ISTORIA ȘTIINȚEI

VOL. 2

secolul al XVIII-lea

Ray Spangenburg și Diane K. Moser

SERIA
CULTURĂ GENERALĂ
19

În 1676, Isaac Newton i-a scris lui Robert Hooke: *Dacă am văzut mai departe, este pentru că am stat pe umerii giganților*. Într-adevăr, ***Istoria Științei*** reprezintă cronica descoperirilor geniale, care s-au întemeiat pe ideile predecesorilor lor. Mai mulți oameni de știință contemporani au comentat cuvintele lui Newton, accentuînd datoria pe care fiecare generație o are față de înaintașii ei.

Într-o serie, cuprinzînd cinci volume, sînt prezentați în ordine cronologică acești „giganți" și realizările lor, modul în care conceptele despre lumea fizică au evoluat de la filozofia antică pînă la știința de astăzi, supertehnicizată.

Al doilea volum, *Istoria Științei în secolul al XVIII-lea*, acoperă perioada în care știința a depășit faza căutărilor de început, căpătînd dimensiuni noi, conferite de Iluminism și începutul Revoluției Industriale.

Sînt prezentate descoperirile savanților vremii din domenii precum: electricitatea, fizica gazelor și clasificarea ființelor vii. De asemenea, este foarte bine redat spiritul epocii, care a influențat în mod decisiv toate evenimentele ulterioare.

Îmbogățită cu ilustrații interesante, această carte prezintă efervescența spirituală a secolului al XVIII-lea, care a pus bazele modului în care percepem lumea astăzi.

Sub tipar:

Vol. 3 – Istoria Științei - secolul al XIX-lea
Vol. 4 – Istoria Științei de la 1895 pînă la 1945
Vol. 5 – Istoria Științei de la 1946 pînă în anii '90

EDITURA LIDER

RAY SPANGENBURG
DIANE K. MOSER

ISTORIA ȘTIINȚEI

Vol. II

secolul al XVIII-lea

Traducere:
CONSTANTIN DUMITRU-PALCUS

EDITURA LIDER

PROLOG

PREMISELE: SISTEMUL COPERNICIAN ŞI REVOLUŢIA ŞTIINŢIFICĂ

Oamenii au urmărit să obţină dintotdeauna cunoaşterea sub diferite forme, căutînd explicaţii şi cercetîndu-şi lumea pentru răspunsuri. Şi-au folosit întotdeauna mintea prodigioasă – precum şi imaginaţia şi credinţa – pentru a întinde punţi între elemente ce păreau imposibil de înţeles. De la începuturile timpului, ei au relatat poveşti despre zei, despre bărbaţi şi femei cu însuşiri supranaturale care au modelat forţele ce au făcut lumea să funcţioneze, Soarele să răsară, ploile să cadă pe pămînt şi grînele să crească. Iar şamanii şi preoţii au închipuit ritualuri prin care au căutat să stăpînească molimele şi bolile şi să alunge seceta.

Pe de altă parte, din cele mai vechi timpuri, oamenii şi-au folosit totodată puterea de observaţie şi de calcul. Foarte devreme, oamenii din mai multe zone ale lumii – printre care China şi bazinul Mesopotamiei – au început să dezvolte instrumentele matematicii, ale limbii şi scrisului. După cum au dezvoltat metode de explicare obiective şi cantitative. Prin anul 1800 î.Hr., sumerienii din Orientul Mijlociu şi babiloni-

enii, care i-au urmat, au făcut observaţii exacte asupra stelelor şi planetelor şi au pus la punct sisteme numerice şi modalităţi de a consemna observaţiile. Sistemele de scriere cuneiformă şi prin ideograme au început să fie folosite chiar mai devreme, iar prin 1300 î.Hr., fenicienii aveau alfabete bazate pe sistemele anterioare concepute de egipteni şi babilonieni. Iar în perioada grecilor antici, în ultimele patru-cinci secole î.Hr., au început să fie perfecţionate metodele analitice, logica şi geometria. Mai mulţi gînditori, mai ales greci, au început să exploreze explicaţiile ne-mistice. Iar Aristotel (384–322 î.Hr.), probabil cel mai mare gînditor grec, şi cîţiva dintre discipolii lui, printre care şi Ptolemeu, au elaborat prima teorie naturală integrată despre cum funcţionează universul, cuprinzînd viziuni complicate despre sfere incluse una în alta care susţineau planetele şi stelele şi se roteau pe orbită în jurul Pămîntului.

Ideile grecilor despre matematică, filozofie şi ştiinţă s-au bucurat de o recunoaştere absolută pînă la căderea Imperiului Roman, cînd multe manuscrise au fost arse în timpul jefuirii oraşelor de către invaziile barbare. Dar unele s-au păstrat, în mare parte de către preoţii islamici, iar mai tîrziu au trecut în mîinile călugărilor din mănăstirile Europei. Parţial ca urmare a acestei conservări, parţial pentru că nimeni nu le-a pus la îndoială, conceptele lui Aristotel şi Ptolemeu despre un univers compus din sfere concentrice care se rotesc în jurul Pămîntului au rămas cea mai bună explicaţie despre cosmos vreme de circa 14 secole.

Şi deodată, într-un avînt cutezător al imaginaţiei, teoreticianul polonez Nicolaus Copernic a revizuit această teorie în secolul al XVI-lea, plasînd Soarele, nu Pămîntul, în centrul planetelor care se rotesc. Denumită sistemul „copernician",

viziunea heliocentrică a Sistemului Solar (şi, de fapt, pentru acea vreme, a universului) a răsturnat orice teorie despre lume şi locul omenirii. Cînd doi mari astronomi, observatorul danez Tycho Brahe (1546–1601) şi fostul lui asistent din Germania, Johannes Kepler (1571–1630), au confirmat, prin propriile observaţii şi calcule, ideile lui Copernic, majoritatea oamenilor i-au considerat şi pe aceştia nişte eretici. Iar cînd astronomul italian Galileo Galilei (1564–1642) a susţinut ideea în cartea sa *Dialog despre principalele două sisteme ale lumii*, publicată în 1632, el a fost judecat de către Biserica Catolică, iar cartea i-a fost interzisă – pusă la index unde a rămas pînă în 1835. (De fapt, abia în 1992, papa a declarat că Galilei nu s-a înşelat.) Chiar dacă ideea lui Copernic era susţinută de o analiză şi de un raţionament atent, un sistem solar heliocentric nu avea sens pentru cine interpreta cuvînt cu cuvînt anumite pasaje din Biblie. Teologii şi discipolii lor au făcut referire la povestea din Vechiul Testament în care Dumnezeu a oprit mişcarea Soarelui pentru ca oamenii conduşi de Iosua să poată cîştiga o bătălie crucială. Prin urmare, Soarele se mişcă în jurul Pămîntului şi nu invers. Pentru a rezolva conflictul dintre natura observată şi autoritatea Bibliei, autorităţile bisericeşti au recomandat păstrarea credinţei în Biblie. Doctrina Bisericii mai susţinea că omenirea a fost creată după chipul şi asemănarea lui Dumnezeu şi că prin urmare Dumnezeu nu ar fi putut să creeze un univers care să nu se rotească în jurul Pămîntului. Astfel s-a declanşat bătălia între cei care doreau să se bizuie pe capacitatea oamenilor de a descoperi lucrurile folosindu-şi mintea şi simţurile şi cei care preferau să găsească răspunsurile recurgînd la autoritatea tradiţională.

Astăzi, aproape toată lumea ia ca de la sine înțeleasă ideea lui Copernic conform căreia Pământul se rotește în jurul Soarelui. Dar agitația provocată de ideile sale în timpul vieții lui și a lui Galilei demonstrează încă o dată cît de greu se renunță la vechile modalități de gîndire în lumina noilor adevăruri. Ceea ce a făcut ca argumentele în favoarea sistemului copernician să fie atît de puternice la vremea aceea a fost nașterea unei noi metodologii, generată în mare parte de activitatea experimentală a lui Galilei, o abordare extraordinar de eficientă a rezolvării problemelor care a ajuns să fie cunoscută ca metoda științifică (explicată mai detaliat în Anexă). Metoda științifică necesită explicații bazate pe observații, pe fapte și măsurători adunate – nu numai pe raționamente sau pe reacții emoționale, viziuni, zvonuri sau credințe. Și metoda științifică acceptă numai explicațiile care pot fi verificate și răsverificate prin experimente. Rezultatele acestor experimente, sintetizate în teorii, pot fi folosite pentru a face predicții despre alte fenomene care n-au fost încă observate. Pe urmă, cînd apare prilejul favorabil de a testa acele predicții, rezultatele testelor pot fi comparate cu rezultatele prezise. În felul acesta, rezultatele experimentelor și observațiilor sînt folosite permanent pentru a modifica teoriile existente – ceea ce face din știință un proces cu „autocorecție". Această modificare fundamentală a felului cum oamenii privesc lumea, care a avut loc în perioada imediat premergătoare primilor ani acoperiți în această carte, este denumită curent revoluția științifică.

Multe dintre cele mai importante descoperiri științifice din secolul al XVII-lea s-au concentrat în Italia. Chiar și astronomul polonez Copernic s-a pregătit acolo în ultimul deceniu al secolului al XV-lea, și chiar dacă Tycho și Kepler

proveneau din ţinuturile mai nordice ale Danemarcei şi Germaniei, marile personalităţi ale ştiinţelor vieţii fie s-au pregătit în Italia, fie s-au născut acolo. Printre mulţi alţii, Andreas Vesalius (1514–1564), părintele flamand al anatomiei umane, William Harvey (1578–1657), medicul englez care a făcut descoperiri esenţiale în domeniul circulaţiei sangvine, şi Marcello Malpighi (1628–1694), fiziologul italian care a descoperit capilarele în plămînii broaştelor, au studiat în Italia.

Dar spre sfîrşitul secolului, sursa progresului a început să se mute mai spre nord, către Franţa şi Anglia. În Anglia mai ales, dependenţa economică faţă de coloniile îndepărtate din America de Nord, Africa şi Asia au generat o nevoie urgentă de cunoştinţe în domeniul navigaţiei. Guvernul englez, înţelegînd importanţa cunoştinţelor despre stele şi despre poziţiile acestora pentru navigaţie, a creat postul de astronom regal, numindu-l pe John Flamsteed (1646–1719) în acest post. Edmund Halley (1656–1742), Christopher Wren (1632–1723) şi Robert Hooke (1635–1703), printre alţii, au înfiinţat în 1662 o societate ştiinţifică pe care au numit-o Societatea Regală. (Motoul acesteia, *Nullius in verba* – nu crede pe nimeni pe cuvînt pînă nu vezi cu ochii tăi – a fixat coordonatele secolului care avea să urmeze.) Cel mai mare om de ştiinţă englez, Isaac Newton, a devenit membru al Societăţii Regale în 1671, iar în 1687 a publicat *Principia mathematica*, o carte care sintetiza ideile revoluţiei ştiinţifice, şi a formulat principiile fundamentale ale universului – „legi" ale mişcării pe care natura le respecta – într-o manieră mai coerentă decît reuşiseră alţii înaintea lui.

Prin ceea ce cunoaştem astăzi ca fiind cele trei legi newtoniene ale mişcării, marele sintetizator englez a demon-

strat matematic principiile explorate de Galilei cu ajutorul unora din experimentele sale:

1. principiul inerției (un corp în repaus rămîne în repaus, iar un corp în mișcare rămîne în mișcare la o viteză constantă atîta timp cît nu sînt implicate forțe externe);

2. definirea forței în funcție de masă și accelerație;

3. celebra afirmație conform căreia pentru fiecare acțiune există o reacțiune egală și de sens contrar (principiul care guvernează deplasarea rachetelor).

Pe la începutul secolului al XVIII-lea, revoluția științifică, bazîndu-se pe opera unor giganți ai intelectualității precum Galilei și Newton, a statornicit o nouă modalitate de percepere a naturii și a modificat pentru totdeauna felul cum omenirea înțelegea universul și pe sine.

Istoria științei în secolul al XVIII-lea face parte din seria de cinci cărți intitulată *Pe umerii giganților*, care analizează felul cum oamenii au dezvoltat metodele științei ca sistem pentru descoperirea modului de funcționare a lumii înconjurătoare. Vom analiza teoriile promovate, uneori îndreptățit, alteori eronat. Și vom cerceta felul cum am învățat să testăm, să acceptăm și să construim pe baza acestor teorii – sau să le corectăm, să le extindem ori să le simplificăm.

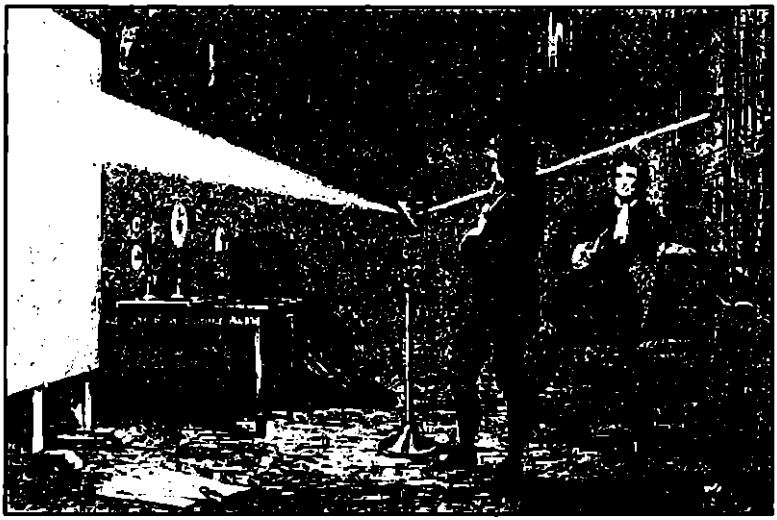
Vom vedea totodată cum au învățat oamenii de știință din greșelile altora, fiind nevoiți uneori să se debaraseze de teorii care altădată păreau logice, dar care s-au dovedit mai tîrziu incorecte, înșelătoare sau neproductive. Pe toate aceste căi, ei au construit pe umerii oamenilor de știință – giganții – care i-au precedat.

INTRODUCERE

SECOLUL AL XVIII-LEA: O EPOCĂ A RAȚIUNII ȘI A REVOLUȚIEI

Uneori numită Epoca Iluminismului, alteori Epoca Rațiunii sau chiar Epoca Încrederii, secolul al XVIII-lea a fost o perioadă de imens optimism în legătură cu capacitatea minții omenești de a descoperi toate adevărurile și de a depăși toate problemele, fie ele de natură intelectuală, filozofică sau socială. De la marii gînditori ai revoluției științifice – Nicolaus Copernic, Galileo Galilei și Isaac Newton – ei au moștenit o cheie ce părea capabilă să descătușeze toate secretele Naturii. Iar în zorii secolului al XVIII-lea, lumea – de fapt întreg universul – a început să pară pe de-a-ntregul cognoscibilă.

Desigur că fermierul care își ara ogorul, moașa care își împlinea cu calm misiunea sau negustorul ocupat cu negoțul său aveau prea puțin timp să contemple natura universului



Newton în laboratorul său studiind natura luminii

sau locul omenirii în cadrul acestuia. Dar chiar şi fermierul, moaşa şi negustorul, împreună cu milioane de alţi oameni, au constatat că spiritul vremurilor se schimba. Transformarea nu era pe placul tuturor şi nu toţi o înţelegeau sau o acceptau, dar pînă la sfîrşitul secolului ea a afectat, practic, vieţile tuturor celor din lumea occidentală. Cele trei mari revoluţii ale secolului al XVIII-lea – cea americană, cea franceză şi cea industrială – au fost toate influenţate de această atitudine, iar impactul ei a contribuit la definirea lumii în care trăim astăzi.

În centrul acestei schimbări au stat Newton, a sa lucrare *Principia mathematica* şi legile naturale ale gravitaţiei şi ale mişcării pe care le-a descoperit. Natura, demonstrase Newton, funcţionează după anumite reguli. Iar regulile par să fie constante şi identificabile. Natura nu mai era privită ca o forţă capricioasă şi imprevizibilă; în schimb, era guvernată

de legi fundamentale, cărora li se supune întotdeauna. Pentru gînditorii secolului al XVIII-lea descoperirea de către Newton a existenţei acestor legi a dezvăluit un univers cu precizie de ceasornic. Ei vedeau lumea ca pe o maşină. Şi mai credeau că „maşina lumii" poate fi înţeleasă aşa cum o persoană cu aptitudini tehnice care nu a văzut în viaţa ei interiorul unui ceasornic poate să-l desfacă în părţile componente, să examineze părţile şi relaţiile dintre ele, să aplice bunul-simţ şi logica şi să înţeleagă modul de funcţionare.

Newton, clădind pe fundamentul lăsat de predecesorii săi Copernic, Tycho Brahe, Kepler şi Galilei, a oferit dovada finală a puterii metodei ştiinţifice. Iar această nouă abordare a naturii a provocat la vremea aceea o avalanşă de consecinţe. Nu numai că oamenii de ştiinţă din secolul al XVII-lea au reuşit să corecteze multe din erorile antice legate de modul de funcţionare a lumii fizice, dar unii – şi dintre ei cel mai remarcabil a fost fiziologul englez William Harvey – au folosit această metodă şi pentru a descoperi mecanismele interne ale corpului omenesc. Şi, în vreme ce progresul în biologie se poticnea uneori atunci cînd oamenii de ştiinţă încercau să aplice fiziologiei umane interpretări prea strict „newtoniene" şi „mecaniciste", gînditorii din secolul al XVIII-lea au constatat că era posibil să folosească metoda ştiinţifică de observare şi experimentare pentru a răspunde cu succes la numeroase întrebări dificile. De acum răspunsurile nu mai puteau veni din cărţi şi din scrierile gînditorilor din antichitate sau din cuvîntul imuabil al autorităţilor religioase.

Această nouă viziune i-a eliberat pe gînditorii secolului al XVIII-lea de autoritatea vechilor teorii ale grecilor care nu fuseseră niciodată supuse verificării prin experiment şi

observație. Cunoștințele despre lume, și-au dat ei seama, puteau fi dobîndite nu în mod pasiv, din manuscrisele grecești și latine sau de la erudiții vremii, ci prin angajamentul activ, curios și disciplinat al minților lor, prin aplicarea unei gîndiri logice, combinată cu experimentele și observațiile, la o diversitate de probleme.

Era loc în această nouă viziune „iluminată" pentru religie? Newton însuși a fost preocupat de această întrebare. Profund evlavios, Newton n-a renunțat niciodată la credința sa în Dumnezeu. De fapt, el credea uneori că era necesar ca Dumnezeu să intervină pentru a menține în funcțiune Sistemul Solar în precizia sa mecanică minunată. În cele din urmă, a conchis că minunata mașinărie a universului, cu toată precizia sa de ceasornic, demonstra puterea și măreția creatorului său. În secolul al XVIII-lea, după ce s-a descoperit prin analiză matematică cum că intervenția divină nu era necesară pentru a menține stabilitatea Sistemului Solar, mulți au adoptat o viziune religioasă numită deism. Această viziune susținea că Dumnezeu crease lumea și toate legile ei naturale, dar, după ce terminase treaba, a lăsat mașinăria să funcționeze de la sine. Așa cum prevăzuse Newton, totuși, această viziune lăsa loc în mintea unora întrebării dacă, în definitiv, un univers mecanic mai avea nevoie de existența lui Dumnezeu. În consecință – și aceasta probabil că l-a tulburat pe Newton –, unii dintre gînditorii iluminiști au devenit ateiști, negînd necesitatea sau existența vreunei divinități. Îndeosebi un grup de filozofi din Franța s-a străduit să edifice o filozofie morală bazată nu pe religia revelată, ci pe gîndirea etică umană. Printre aceștia s-au numărat mari gînditori de talia lui Voltaire, Diderot și Montesquieu. Astfel, deși marea majoritate a gînditorilor au rămas teiști, păstrîndu-și loialitatea față de Dumnezeu și învățăturile tradiționale ale religiei despre

miracole, moştenirea lui Newton a introdus totodată noi îndoieli în legătură cu problemele fundamentale ale religiei şi filozofiei.

Această moştenire ridica în acelaşi timp noi întrebări despre structura şi valorile sociale. Oamenii de ştiinţă descoperiseră că natura avea nişte „legi naturale". Era oare posibil ca „legi" naturale similare să guverneze toate activităţile morale, sociale şi politice? Dacă aşa stăteau lucrurile, mulţi considerau că, prin aplicarea unei gîndiri raţionale, acele legi puteau fi şi ele descoperite şi orientate în folosul omenirii. Filozofi precum Immanuel Kant (care a inventat termenul de *iluminism* pentru a descrie noua trezire la viaţă a raţiunii şi strălucirea intelectuală a epocii), Jean-Jacques Rousseau şi alţii au căutat să găsească un loc pentru omenire în noua perspectivă asupra lumii generată de ştiinţă. Unii, precum Voltaire, care a participat la funeraliile lui Newton, au ridicat glasul şi au devenit susţinători dinamici ai noilor vederi socio-politice de sorginte ştiinţifică. Scriitori precum jurnalistul francez Denis Diderot, care a îngrijit primele 28 de volume ale marii *Encyclopédie*, au adus la cunoştinţa publicului larg noile idei ale ştiinţei şi filozofiei.

La Paris, scriitori, filozofi şi artişti se adunau în aşa-numitele saloane din locuinţele femeilor bogate şi inteligente, care îi invitau să se întîlnească şi să facă schimb de idei. Era o perioadă cînd discuţii vii, pasionate şi bine gîndite se purtau între filozofi, nu numai în saloanele din Paris, ci şi în schimburi prolixe de scrisori la care luau parte şi un număr de femei. Puţine femei aveau acces la educaţia necesară pentru a contribui în mod mai direct, dar o excepţie remarcabilă în aceste cercuri a fost Émilie du Châtelet, a cărei traducere din latină în franceză a operei lui Newton a fost răspunzătoare pentru larga ei răspîndire şi în mare măsură pentru influenţa

ei în Franța. Mai multe femei au avut o contribuție activă la progresele din știință, așa cum se va arăta în capitolele acestei cărți.

Noua gîndire a iluminismului a izbucnit ca un foc de artificii peste granițele sociale, geografice și politice ale lumii occidentale. Dincolo de Atlantic, în coloniile americane, ea a însuflețit gîndirea unor lideri politici și modelatori ai guvernării precum Thomas Jefferson, Thomas Paine și savantul, omul de stat și scriitorul Benjamin Franklin. Jefferson, la fel ca și mulți alți oameni inteligenți și cultivați ai secolului al XVIII-lea, a fost influențat în mod deosebit de filozoful englez John Locke (1632–1704). În lucrarea sa, *An Essay Concerning Human Understanding* („Eseu asupra intelectului omenesc"), publicată în 1690, Locke a afirmat că ar exista legi naturale construite de Dumnezeu pentru a asigura fericirea și bunăstarea omenirii. De maximă importanță printre aceste legi erau dreptul la viață, libertate și proprietate. Mai mult, argumenta Locke, în timp ce oamenii au trăit inițial într-o stare a naturii lipsită de constrîngeri și restricții, cei puternici violaseră existența aceea pașnică și dobîndiseră avantaje necinstite asupra celor slabi. Pentru a se apăra de o asemenea cruzime și pentru a se bucura de drepturile date de Dumnezeu, oamenii și-au ales conducători în urma stabilirii unor condiții speciale. În schimbul protecției asigurate de conducător și pentru a contribui la menținerea drepturilor lor naturale, ei au convenit să se supună deciziilor și dictatelor conducătorului. Dacă însă un conducător începea să încalce acele drepturi naturale, Locke argumenta că oamenii aveau dreptul să nu i se mai supună și, la nevoie, să-l înlăture pe respectivul conducător.

În Anglia, ideea drepturilor naturale ale omului se consolidase deja în secolul al XVII-lea, în momentul în care parlamentul s-a străduit să preia puterea de la o monarhie autocratică. În 1628, parlamentul l-a obligat pe regele Carol I să semneze Petiţia Drepturilor, care cerea aprobarea taxelor de către parlament, stabilea limitări ale legislaţiei militare şi susţinea că nimeni nu poate fi întemniţat fără o acuzaţie anume. În războiul civil care a început în 1642, consecinţă a unor măsuri despotice luate de Carol, parlamentul l-a înlăturat de la putere pe rege, înlocuind monarhia cu o republică condusă de generalul puritan Oliver Cromwell. Dar mişcarea revoluţionară a avut o ezitare la moartea lui Cromwell în 1658, iar în 1660 parlamentul l-a invitat pe Carol al II-lea, fiul regelui executat, să preia tronul. Numai că parlamentul a preluat din nou controlul în 1688. Într-o mişcare cunoscută sub numele de Revoluţia Glorioasă, ei au oferit coroana fiicei protestante a regelui, Maria, şi soţului acesteia, Wilhelm de Orania, ignorîndu-l pe fratele ei catolic James, care ar fi urmat la rînd. Iar în 1689, cu un an înainte ca Locke să publice *Eseul* său, parlamentul a emis ceea ce a rămas în istorie sub numele de Declaraţia Drepturilor Omului. Aceste evenimente din Anglia, combinate cu influenţa revoluţiei ştiinţifice, au avut efecte puternice asupra guvernării din lumea occidentală. În Marea Britanie, ele au statornicit guvernarea parlamentară, supremaţia legii, limitarea monarhiei şi protecţia libertăţilor individuale.

Mulţi gînditori francezi din secolul al XVIII-lea admirau forma de guvernămînt englezească şi s-au străduit să conceapă filozofii privind guvernarea, educaţia şi societatea, care reflectau politici raţionale şi juste, bazate pe esenţa a ceea ce înseamnă să fii om. Aceşti filozofi au avut şi ei o

mare influență asupra climatului intelectual al vremii. Ei au promovat reforma din Franța, reacționînd împotriva exceselor monarhiei absolute din această țară. Au protestat împotriva privilegiilor acordate nobilimii, care plătea impozite puține și primea cele mai bune posturi ca urmare a unor drepturi ereditare. La fel cum au protestat și împotriva drepturilor speciale acordate Bisericii Catolice în Franța, care nu plătea nici un fel de impozit și avea drept de cenzură asupra cărților, restricționînd publicarea lor (așa cum s-a întîmplat cu lucrarea lui Galilei, *Dialog privind principalele două sisteme ale lumii*).

Unii, precum baronul de Montesquieu, deși el însuși un aristocrat privilegiat, s-au concentrat asupra formulării unor politici de guvernare care să asigure drepturi individuale pentru toți. El a sugerat principiul separării puterilor, divizînd autoritatea între trei ramuri ale guvernării, un sistem care i-a influențat puternic pe autorii Constituției americane. El susținea că, prin separarea puterilor legislativă, executivă și judiciară, nici o autoritate nu va putea vreodată să dețină autoritatea absolută.

Spiritul vremii era atît de bogat în idei și noi realizări încît mulți filozofi, cei mai de seamă fiind Denis Diderot și Jean d'Alembert, au început să colecteze și să publice informații exhaustive despre știință, tehnologie și alte domenii ale cunoașterii umane. Ei și-au intitulat lucrarea *Encyclopédie*, și mulți contemporani au contribuit cu articole, inclusiv Voltaire, Montesquieu și alții. Primele volume au apărut în 1751, dar atît guvernul francez, cît și cenzorii bisericii au interzis-o imediat pentru că încuraja spiritul de revoltă și promova „corupția morală, ... sentimente antireligioase, și... lipsa de credință". În cele din urmă, Diderot i-a

convins pe cenzori să accepte unele volume, dar multe dintre articole au necesitat o atentă reformulare pentru a evita iritarea acestora. Publicarea a continuat pînă în 1772 şi pînă la urmă au apărut peste 24 de volume.

Filozofii sprijineau opinia lui Locke conform căreia oamenii nu se năşteau nici buni, nici răi, şi că mintea unui copil era ca o foaie de hîrtie curată pe care nimeni nu scrisese nimic. Nouă din zece oameni, scria Locke, „sînt buni sau răi, utili sau nu, [ca urmare a] educaţiei lor". Ideea a avut profunde implicaţii politice, şi anume faptul că oamenii nu ar trebui să se bucure de nici un tratament special prin drepturi ereditare, ci numai pe baza capacităţii lor de a contribui la binele societăţii, capacitate care depindea de educaţia lor.

Frederick al II-lea al Prusiei se considera un mare prieten al ştiinţei. Aici el îl întîmpină pe filozoful şi enciclopedistul Jean d'Alembert la Berlin.

Societatea putea produce buni cetăţeni printr-o educaţie adecvată.

Dincolo de ocean, Jefferson şi colegii săi aveau să împrumute multe din ideile lui Locke atunci cînd coloniile americane au căutat să se elibereze de chingile economice şi politice ale stăpînirii britanice. Declaraţia pentru Independenţă, care reflecta multe dintre ideile lui Locke, revoluţia americană din 1776, Declaraţia Drepturilor Omului şi guvernarea democratică care a înlocuit regimul colonial, toate acestea reflectau influenţa lui Locke.

În Europa, mulţi monarhi din secolul al XVIII-lea, precum Frederick al II-lea al Prusiei (1744–1797), se considerau „conducători luminaţi". Adesea însă, deşi la nivel intelectual îşi exprimau cu ipocrizie ataşamentul faţă de ideile care circulau cu privire la drepturile omului, aceşti conducători păstrau un control strîns asupra vieţilor oamenilor, pe care îi vedeau ca pe supuşii lor, manifestînd atitudini venite parcă din epoca medievală a iobăgiei, cînd regii considerau că supuşii şi tot ceea ce produceau aceştia erau proprietatea lor.

În Franţa, patria unora dintre cei mai mari gînditori şi oameni de ştiinţă ai iluminismului, schimbarea s-a produs mai tîrziu, şi atunci a fost violentă, confuză şi sîngeroasă. Schimbarea devenise necesară de mult şi francezii nu se puteau împăca cu gîndul că englezii şi americanii se bucurau de recunoaşterea drepturilor omului, în vreme ce societatea lor continua să funcţioneze după regulile unui sistem feudal învechit, tarat de inegalitate economică, privilegii de clasă şi domnia absolută a regilor. În acelaşi timp în care filozofii scriau despre drepturi egale, burghezia franceză, sau clasa de mijloc, devenea tot mai puternică, mai înstărită şi mai ambiţioasă; ţăranii şi muncitorii de la oraş trăiau în sărăcie,

iar nobilii căutau să acapareze şi mai mult puterea. Pe de altă parte, Franţa se confrunta cu o gravă criză economică. Regele Ludovic al XIV-lea, care a murit în 1715, făcuse cheltuieli enorme cu traiul său luxos şi cu războaiele. A lăsat în urmă datorii imense. Cei care i-au urmat, Ludovic al XV-lea şi Ludovic al XVI-lea, au făcut alte împrumuturi şi au cheltuit cu şi mai multă nesăbuinţă. Dat fiind că Biserica şi nobilimea, ba chiar şi cei mai înstăriţi burghezi erau în bună măsură scutiţi de impozite, singura sursă de venituri o constituia masa ţăranilor şi muncitorilor loviţi de sărăcie. În iunie 1789, burghezia a încercat să schimbe felul guvernării înfiinţînd un corp legislativ numit Adunarea Naţională. Dar revolta era inevitabilă. Pe 14 iulie 1789, parizienii s-au adunat în număr mare la porţile Bastiliei, marea închisoare-fortăreaţă care simboliza injustiţia şi opresiunea monarhiei. Masele mînioase au luat cu asalt închisoarea, ucigîndu-l pe comandant şi pe cîţiva dintre gardieni. Revoluţia a început şi vărsarea de sînge nu a încetat vreme de cîţiva ani. Ludovic al XVI-lea a fost trimis la ghilotină în ianuarie 1793. Soţia sa, Maria Antoaneta, a fost executată în acelaşi an. A început o perioadă numită Domnia Terorii şi, între septembrie 1793 şi iulie 1794, cel puţin 20 000 de oameni (posibil ca numărul să fi fost chiar dublu) au fost executaţi. Dar cînd baia de sînge a luat sfîrşit şi o nouă constituţie a fost adoptată în 1795, în Franţa, de asemenea, noua conducere constituţională a statornicit multe dintre principiile filozofice ale iluminismului – inclusiv garantarea drepturilor individuale. Cînd Napoleon Bonaparte a venit la putere în 1799 ca prim consul, el a instaurat un nou sistem legislativ, Codul Napoleon, bazat pe idealurile Revoluţiei.

Între timp, o altă transformare – mecanizarea producției, cunoscută ca Revoluția Industrială – a început să modifice aspectul lumii economice. Revoluția Industrială a început prin anii 1750–1760, în principal în Marea Britanie, unde o combinație de factori, printre care progresele din agricultură, au făcut posibile schimbări dramatice, cu efecte atît pozitive, cît și negative. În 1701, un bărbat numit Jethro Tull a inventat o semănătoare mecanică. A urmat în scurt timp o prășitoare trasă de cai și, ca urmare, producția de alimente a crescut atît de spectaculos încît Marea Britanie își putea hrăni acum populația crescîndă fără să mai importe atît de multe alimente ca pînă atunci, eliberînd astfel resurse financiare pentru importul materiilor prime necesare altor tipuri de producție. În coloniile sale, Marea Britanie avea surse de provizii importante, mai ales pentru bumbac, precum și piețe bune de desfacere pentru produsele manufacturate.

Industria textilă, care se baza la vremea aceea pe sute de țesători și de filatori înghesuiți în barăcile lor, a fost prima transformată dramatic de o serie de invenții. În 1733, John Kay a inventat suveica mecanică pentru accelerarea țeserii, cu consecința că un singur țesător putea folosi firele produse de mai mulți filatori. În anii '60 ai secolului al XVIII-lea, James Hargreaves a inventat vîrtelnița, un dispozitiv care permitea filatorului să rotească mai multe fuse prin intermediul unei singure roți. Aceste dispozitive erau în continuare acționate prin forța umană, dar în 1769, Richard Arkwright a descoperit cum poate fi folosită forța apei pentru acționarea unei vîrtelnițe, iar prin 1785, Edmund Cartwright a inventat un război de țesut acționat de energia apei. Acum punctul slab al producției era obținerea de suficientă materie primă pentru alimentarea vîrtelnițelor și războaielor de țesut, în

special fibra de bumbac, care își păstrează semințele încîlcite printre șuvițe. Dar iată că în 1793, un inventator american, Eli Whitney, a rezolvat problema inventînd mașina de egrenat bumbacul, care separa semințele automat.

JOHN KAY ȘI SUVEICA

Una dintre primele invenții ale Revoluției Industriale care a avut o influență hotărîtoare a fost suveica mecanică lui John Kay. Brevetată în 1733, mașina era o îmbunătățire adusă războiului de țesut. Înainte de invenția lui Kay, doi țesători erau necesari pentru a țese o bucată lată de material textil. Fiecare stătea de o parte și de alta a războiului și împingea suveica înainte și înapoi pe lățimea materialului. Invenția lui Kay era simplă. El a montat suveica pe niște role mici, astfel încît aceasta căpăta o mișcare de du-te-vino pe o șină de lemn. Ca urmare, un țesător putea să o miște repede dintr-o parte în alta trăgînd de un fir care făcea ca niște ciocane din lemn să o împingă înainte și înapoi.

În vreme ce invenția a sporit viteza de țesere și a făcut posibilă obținerea unor materiale mai late decît pînă atunci, ea elimina în același timp unul dintre cei doi țesători, situație nu prea plăcută pentru țesătorii din Colchester, unde Kay și-a introdus pentru prima oară invenția. Ei au protestat spunînd că inventatorul încearcă să-i lase fără slujbă. Kay a replicat afirmînd că vor fi necesari mai mulți țesători pentru a produce o cantitate mai mare de materiale textile decît pînă atunci; dar asta nu rezolva problema țesătorilor, care se temeau că, pînă cînd cererea de materiale textile va crește, ei vor rămîne fără un loc de muncă.

Kay şi-a dus maşina la Leeds, sperînd să trezească acolo interesul producătorilor, dar şi aici a avut ghinion. Producătorilor din Leeds le-a plăcut maşina, dar au refuzat să-i plătească drepturile cuvenite pentru folosirea acesteia. Procesele pe care le-a declanşat împotriva ţesătorilor s-au dovedit practic inutile atunci cînd aceştia s-au unit împotriva lui în sălile tribunalelor, rezultatul fiind că inventatorul a trebuit să cheltuiască sume importante de bani pentru acoperirea cheltuielilor de judecată.

Descurajat şi aproape falit, Kay a revenit în oraşul natal Bury în 1745. Suveica mecanică dobîndise popularitate şi începuse să-i înlocuiască pe ţesători pe tot teritoriul Angliei. Chiar dacă el nu cîştiga bani de pe urma propriei sale invenţii, grupuri de muncitori mînioşi s-au revoltat şi au pătruns în locuinţa sa, jefuindu-l şi obligîndu-l să fugă. A reuşit să ajungă la Manchester, dar pînă la urmă a fost nevoit să fugă şi de acolo, ascunzîndu-se într-un sac cu lînă. Nemaisimţindu-se în siguranţă în Anglia, Kay a emigrat în Franţa, unde a murit sărac lipit.

De acum înainte, însă, maşinile au început să fie prea scumpe pentru ca ţesătorii individuali să le mai poată cumpăra sau închiria şi, o dată cu folosirea apei ca sursă de energie, a devenit necesară existenţa unei surse de apă curgătoare în apropierea maşinilor de ţesut şi de tors. Aşa încît întreprinzătorii au început să construiască şi să organizeze fabrici pentru o producţie eficientă, să cumpere echipamente, să angajeze muncitori şi să depisteze noi pieţe de desfacere pentru produsele lor. Manufacturierii textili au început să înlocuiască industria de baracă, pe care se bazaseră dintot-

deauna, cu un sistem de fabrici mult mai eficient. Rezultatul s-a concretizat în produse mai multe obținute într-un timp mai scurt, produsele respective fiind mai ieftine și mai rapid disponibile, un progres de pe urma căruia a profitat toată lumea.

Progresele în producția de fier și conceptul lui Eli Whitney în legătură cu componente standard interschimbabile pentru mașinile din manufactură au sporit totodată eficiența producției de mașini. Iar în 1769, James Watt a pus la punct prima mașină cu aburi cu utilizare practică. Acum, Anglia avînd resurse excelente de cărbuni și minereu de fier, o sursă de energie ieftină devenise disponibilă pentru utilarea majorității activităților industriale.

Totuși, efectele sociale nu au fost în totalitate pozitive. Proprietarii fabricilor se așteptau la ore lungi de muncă intensă, repetitivă. Condițiile de lucru erau neplăcute și nesigure, iar copiii, care lucraseră întotdeauna alături de părinții lor în industria „de baracă", erau folosiți și în fabrici, fiind expuși la multe situații periculoase. Muncitorii nu se mai bucurau de libertatea și independența lucrului acasă și își petreceau mare parte din zi în condiții neplăcute, sub privirea atentă a patronului. Reformele se lăsau așteptate și mare parte din viața bucolică din zonele rurale ale Marii Britanii s-a transformat într-o serie de tîrguri și orașe tot mai zgomotoase și mai murdare. Pînă la urmă, însă, reformele au venit, oamenii au învățat cum să folosească noile tehnologii de o manieră mai umană, iar Revoluția Industrială a produs îmbunătățiri enorme în standardul general de viață. În plus, tehnologiile pe care le-a pus în mișcare au pregătit terenul pentru multe alte progrese – inclusiv electricitatea – care aveau să sosească în secolul următor.

Pentru mulți istorici, perioada iluminismului s-a încheiat între anii 1776 (momentul Declarației de Independență a Americii) și 1789 (căderea Bastiliei și începutul Revoluției Franceze). Dar încă înaintea acestor evenimente dramatice, o reacție începuse deja să erodeze lent dominația idealurilor iluministe legate de o filozofie rațională și științifică. Nu toată lumea a îmbrățișat doctrina rațiunii. Unii gînditori, printre care Jean-Jacques Rousseau, detestau și se temeau de știință și de noile tehnologii și căutau „iluminarea" prin explorarea sentimentelor și a emoțiilor. Iar alții, printre care scriitorul și filozoful german Johann Wolfgang von Goethe, compuneau cărți de avertisment, piese de teatru și eseuri prin care se pronunțau împotriva a ceea ce ei vedeau a fi aroganța și sterilitatea noii viziuni științifice. Simțind că știința deposedase atît natura cît și oamenii de o mare parte din frumusețea și valorile lor spirituale, mulți s-au îndreptat spre alte căi ale „adevărului". Unii, asemenea lui Goethe și membrilor școlii germane *Naturphilosophie*, preferau o viziune mai romantică și mai „holistică" asupra naturii, o viziune căreia un grup de scriitori și artiști din Franța și Anglia – romanticii – i-au accentuat sentimentalismul și romantismul. Alții, simțind că însăși religia era în pericol de a fi denaturată de adaptarea la o parte din noile metode științifice, au revenit la o abordare mai tradiționalistă a Bibliei și a învățăturilor acesteia.

Dar, în pofida acestui recul manifestat în arte și religie spre sfîrșitul secolului, influența metodei științifice a stimulat liniile pozitive și productive ale gîndirii în toate domeniile vieții, de la formele de guvernare la industrie, și de la psihologie și educație la filozofie.

PARTEA I

ȘTIINȚELE FIZICE ÎN SECOLUL AL XVIII-LEA

CAPITOLUL 1

EXPLORAREA NOULUI SISTEM SOLAR: FORMA PĂMÎNTULUI ŞI DISTANŢA FAŢĂ DE SOARE

Una dintre ciudăţeniile incitante ale ştiinţei este aceea că fiecare nouă teorie produce noi întrebări şi aruncă o nouă lumină asupra celor mai vechi. Iar teoriile cuprinse în lucrarea lui Newton *Principia mathematica* nu au făcut excepţie. Îndeosebi francezii nu s-au împăcat cu forţa numită gravitaţie despre care Newton susţinea că era explicaţia universală a mişcării în cosmos şi pe Pământ. Care era natura exactă a gravitaţiei? Newton însuşi nu a putut să o explice. Era o forţă intrinsecă în obiectele fizice? La această întrebare, Newton a replicat: „Rog să nu mi se atribuie această noţiune mie". Francezii au considerat că aceasta avea o rezonanţă uşor medievală şi au denumit teoriile lui Newton „monstrul metafizic". (Nici acum nu înţelegem pe deplin gravitaţia, deşi descrierea pe care i-a făcut-o Einstein, ca rezultat al curburii spaţiului, o face mai accesibilă înţelegerii în secolul XX.)

Parţial pentru a încerca lămurirea unora dintre aceste întrebări, la începutul secolului al XVIII-lea comunitatea ştiinţifică – în special Societatea Regală din Anglia şi nou

înființata Academie Franceză a Științelor – a devenit preocupată de două întrebări aduse în atenție de Newton și Revoluția Științifică: Care este forma adevărată a Pământului? Și cît de departe se află Soarele? Ambele întrebări au declanșat o serie de expediții palpitante a căror inspirație științifică nu a avut precedent în istorie.

„BĂTĂLIA PENTRU UMFLĂTURĂ"

Newton a prezis, bazîndu-se pe propria teorie privind gravitația, că forma Pământului nu putea să fie o sferă perfectă, așa cum crezuseră grecii din antichitate. În schimb, afirma el, acesta trebuie să fie mai umflat la Ecuator și turtit la poli de forțele gravitaționale, cum ar fi atracția exercitată de Soare și de Lună. Nu numai că predicția lui Newton prezenta o modalitate de a-i verifica teoria, dar această idee destul de abstractă a avut o importanță practică pentru cei care încercau să călătorească în acele zile – mai ales navigatorii pe mări și oceane. Dacă Newton avea dreptate, toate hărțile lumii erau greșite. Pentru englezi, problema părea urgentă. Răspunsurile, o dată găsite, nu numai că aveau să confirme sau să infirme teoria lui Newton, dar aveau să transforme sau să consolideze procedurile curente de navigație. Marele val de călătorii și expediții care au urmat nu a mai fost egalat în istorie decît de căutarea Indiilor și de descoperirea Americii în timpul lui Columb și Magellan. De fapt, acestea, împreună cu alte probleme științifice, au stîrnit un atît de mare interes și o activitate atît de bogată încît istoricul William H. Goetzmann a denumit perioada „A Doua Mare Epocă a Descoperirilor".

De fapt, problema formei Pământului plutea în aer de cîtăva vreme, întrucît Newton nu menţiona pentru prima oară această idee. Aşa că, pe la 1700, „sferoidul turtit la poli" (o altă denumire a globului aplatizat) a devenit o problemă foarte controversată, parte dintr-o dispută internaţională între Franţa şi Anglia. De o parte se afla Giovanni Cassini (1625-1712), pe atunci directorul Observatorului Astronomic din Paris (adus din Italia de către Ludovic al XIV-lea). Cassini a reprezentat o voce extrem de conservatoare în astronomia franceză, transmiţînd conservatorismul şi funcţia sa unor membri ai familiei sale vreme de trei generaţii. Nu numai că el a respins universul heliocentric al lui Nicolaus Copernic, dar a influenţat şi viziunea cosmică a lui René Descartes (1596-1650), un rival al lui Newton care vedea Pământul purtat în jurul Soarelui de un vortex rotitor, într-un soi de vîrtej de materie fină. În concepţia lui Descartes, în centrul vortexului Pământul era nemişcat, fiind purtat pe orbită de mişcarea vortexului în jurul său. Pentru mulţi, ideea aceasta părea mai logică decît „forţa misterioasă" a lui Newton, pe care acesta nu reuşise să o explice; în consecinţă, în Franţa, adepţii lui Descartes, inclusiv Cassini, au susţinut că Pământul ar avea mai degrabă forma unei mingi de rugby – un „sferoid alungit".

În parte pentru a dovedi această ipoteză, Jean Richer (1630-1696), un colaborator al lui Cassini, a plecat în 1672 în oraşul Cayenne, situat foarte aproape de Ecuator, în Guyana Franceză, pe ţărmul nordic al Americii de Sud. Acolo, coordonîndu-se cu Cassini aflat la Paris, el a efectuat o serie de experimente şi observaţii, printre care o măsurare exactă a lungimii unui pendul necesară pentru ca acesta să marcheze exact trecerea unei secunde. Spre uimirea lui Cassini, pendulul de la Cayenne era mai scurt, nu mai lung, decît cel de la

Paris (990 mm față de 994). El a refuzat să accepte rezultatele și l-a repudiat pe fostul său prieten. Newton, pe de altă parte, a pretins că aceste măsurători au demonstrat că forța gravitațională la ecuator este mai slabă decît la poli, ceea ce era și de așteptat dacă Pămîntul era umflat la ecuator.

La data aceea, viziunea contrară a lui Descartes devenise o cauză națională pentru oamenii de știință francezi și demonstrarea ei – o chestiune de onoare. Cassini și Jean Picard (1620–1682) au condus această mișcare stabilind distanța pentru un grad de latitudine pornind de la teoria sferoidului alungit. Din capul locului, ei au început să reprezinte calea meridianului de longitudine care trece prin Paris către cele două „capete ale Pămîntului". Iar cartografii francezi lucrau la harta științifică definitivă a țării lor.

Pe la 1730, totuși, teoriile lui Newton au căpătat popularitate în Franța datorită scrierilor lui Voltaire – al cărui spirit caustic i-a atras cîțiva ani de exil în Anglia – și traducerilor operei newtoniene din latină în franceză, făcute de prietena și iubita lui Voltaire, Émilie de Châtelet. Academia Franceză de Științe a hotărît să lămurească o dată pentru totdeauna problema formei Pămîntului, măsurînd curbura globului terestru între două puncte situate la mare distanță, cît mai aproape de ecuator și de polul nord, acolo unde previziunile lui Newton puteau fi cele mai evidente. S-au organizat două expediții, una îndreptîndu-se spre sud, în 1735, către Peru, cealaltă plecînd un an mai tîrziu spre nordul îndepărtat, spre Laponia.

Condusă de Pierre Maupertuis, la expediția către Laponia au participat cîțiva oameni de știință iluștri, printre ei numărîndu-se Anders Celsius, un renumit astronom din orașul suedez Upsala, și Alexis Clairaut, un strălucit matematician

francez care şi-a publicat prima carte de matematică la 10 ani şi a fost primit în Academia de Ştiinţe la 18 ani. Maupertuis, un medic francez respectat, vizitase Anglia în 1728, la puţin timp după moartea lui Newton. Acolo a fost ales membru al Societăţii Regale şi a devenit un mare admirator al operei lui Newton, pe care a promovat-o cu entuziasm la revenirea în Franţa. A fost încîntat de ocazia de a conduce o expediţie ştiinţifică avînd drept scop demonstrarea teoriei lui Newton cu privire la gravitaţia universală şi de a o salva din controversa naţionalistă în mrejele căreia se împotmolise.

Maupertuis şi membrii expediţiei sale măsurînd forma Pămîntului în Laponia

VOLTAIRE ŞI PUTEREA CUVÎNTULUI SCRIS

Născut la Paris în 1694, François Marie Arouet, mai cunoscut sub numele de scriitor Voltaire, a fost una dintre cele mai mari personalităţi ale iluminismului şi unul dintre cei mai importanţi scriitori din istoria Franţei. Copil dintr-o familie aparţinînd clasei mijlocii, el şi-a făcut educaţia în şcoli catolice iezuite, mai tîrziu tatăl lui obligîndu-l să studieze dreptul. Voltaire avea însă alte idei. Îi plăceau scrisul, libertatea şi noile idei, aşa că a abandonat dreptul pentru a deveni scriitor. De la început opera sa a fost cutezătoare şi controversată. Cîteva dintre primele sale lucrări îl atacau pe regentul Franţei şi, la 22 de ani, a fost arestat şi aruncat în temniţă pentru 11 luni.

În loc să-l înspăimînte şi să-l reducă la tăcere, perioada de detenţie nu a reuşit decît să-i întărească decizia de a-şi face cunoscute ideile cu tot sarcasmul şi inteligenţa de care dispunea. După eliberare şi-a cîştigat rapid faima de dramaturg şi a început să frecventeze cercurile literare la modă ale Franţei, utilizîndu-şi sarcasmul şi talentul pentru a satiriza ipocrizia şi nedreptatea pe care le vedea în jurul său. După eliberarea din închisoare a petrecut trei ani ca exilat în Anglia, unde s-a împrietenit rapid cu mulţi scriitori şi savanţi influenţi, iar mintea sa agilă şi judicioasă şi-a găsit imediat afinităţi cu ideile lui Newton.

Sistemul politic englez, care oferea mai multă libertate decît cel francez, a avut de asemenea o uriaşă influenţă asupra sa, determinîndu-l să scrie o carte în care explica francezilor ideile lui Newton şi o alta, intitulată *Philosophical Letters on the England*, în care elogia idealurile politice engleze.

În 1729, cînd s-a întors în Franţa, cărţile şi piesele lui de teatru i-au adus bogăţie şi celebritate, iar el a devenit rapid cea mai proeminentă personalitate literară a vremii. Nu întotdeauna iubit – ochii săi negri şi pătrunzători şi limba ascuţită, combinate cu stilul ironic i-au adus mulţi inamici – el se bucura totuşi de un profund respect. Băutor pasionat de cafea şi totalmente dedicat idealurilor intelectuale, şi-a organizat şi un mic laborator personal unde a desfăşurat experienţe de fizică.

Curînd, totuşi, după ce şi-a făcut numeroşi inamici în cercurile sociale, artistice şi guvernamentale, a fost din nou obligat să plece din Franţa, iar în 1758 s-a stabilit la moşia lui din Ferney, în Elveţia. De acolo a coordonat ceea ce s-a constituit într-un schimb internaţional de idei prin corespondenţa pe care a purtat-o cu personalităţi de frunte ale Europei, printre care Frederick cel Mare al Prusiei. De asemenea, şi-a continuat neobosit lupta împotriva nedreptăţilor pe care le-a văzut în Franţa. Permiţîndu-i-se în cele din urmă o nouă revenire în ţară, el s-a întors la Paris în 1778 pentru a participa la premiera uneia dintre piesele sale de teatru, fiind întîmpinat de o mare mulţime de admiratori.

Voltaire a murit zece săptămîni mai tîrziu, la 84 de ani. A lăsat în urmă o moştenire alcătuită din cărţi, piese de teatru, eseuri şi scrisori, care, chiar dacă nu întotdeauna originale în conţinutul lor (foarte influenţat fiind în gîndire de către Locke şi Newton), au fost întotdeauna sarcastice şi ironice în formă. De-a lungul întregii vieţi, motoul său a fost *Écrasez l'infâme!* – „Striviţi infamul!" – cuvinte în care se regăsesc codul personal şi filozofia lui Voltaire: o luptă fără preget împotriva bigotismului, a superstiţiei, a dogmelor, a intoleranţei şi a orice ameninţa libertatea individuală a minţii şi trupului omenesc.

Expediția lui Maupertuis a pornit în 1736 și avea să se confrunte cu numeroase greutăți în ținuturile nordice reci și pustii, fiind gata-gata să naufragieze în Marea Baltică. Ei au înfruntat torente înghețate și au dormit înveliți în blănuri de ren pe solul dur și stîncos, hrănindu-se cu icre și pește. Stînjeniți de insecte și ceață, au reușit totuși să-și ducă la bun sfîrșit măsurătorile și au revenit triumfători în Franța, în 1737. Măsurătorile lor, publicate în 1738, au demonstrat că Pămîntul nu este o sferă perfectă, așa cum își imaginaseră grecii. După cum nu era nici un sferoid alungit, așa cum susținuseră discipolii lui Descartes. În schimb, se umfla mai puțin la poli decît spre sud, spre ecuator. Maupertuis și colegii lui au demonstrat că Newton avusese dreptate. Cu toate acestea, succesul nu i-a adus cine știe ce beneficii în cariera personală, poate și pentru că a avut ghinionul să intre în controversă cu Voltaire cel cu limba ascuțită, care l-a poreclit sarcastic „le grand aplatisseur", adică „marele turtitor".

Între timp, membrii expediției peruviene au avut parte de propria lor porție de aventuri în junglele și pe platourile andine ale Americii de Sud. Conduși de Charles Marie de la Condamine, 34 de ani, un experimentat aventurier și om de știință, expediția peruviană a petrecut 14 ani călătorind prin junglele încinse și înfruntînd cu stoicism arșița și frigul ținuturilor muntoase bătute de vînturi din teritoriul care de atunci s-a numit Ecuador. Maupertuis a plecat cu un an mai tîrziu, și-a terminat misiunea și s-a întors în siguranță acasă cu doisprezece ani înaintea grupului lui La Condamine. Dar măsurătorile lui au fost mai sărace, mai puțin atent și exact definitivate și, din perspectiva influenței generale asupra cunoașterii din secolul al XVIII-lea, expediția lui La Condamine a umbrit-o pe a colegului său.

La Condamine, care a studiat matematica şi geodezia (ştiinţa care se ocupă de forma şi dimensiunile Pământului), a fost primit în 1730 în Academia de Ştiinţe pentru măsurătorile şi cartografierea coastelor Africii şi Asiei. Îmbarcîndu-se în 1735 în portul La Rochelle, La Condamine şi echipajul său au navigat spre Columbia şi Panama, traversînd istmul şi continuîndu-şi drumul spre portul Manta. Acolo expediţia lui s-a separat în două echipe, La Condamine îndreptîndu-se spre nord cale de 70 de mile împreună cu hidrograful şi matematicianul Pierre Bouguer (format la şcoala lui Cassini), pentru a supraveghea primul set de măsurători de-a lungul ecuatorului. Restul expediţiei, care cuprindea oameni de ştiinţă francezi şi spanioli, a pornit spre portul Guayaquil, aflat mai la sud, şi care constituia punctul obişnuit de plecare spre Quito, situat în interiorul ţării, pe înălţimile Anzilor. De îndată ce La Condamine şi Bouguer şi-au terminat măsurătorile, Bouguer s-a alăturat restului expediţiei care se îndrepta spre Quito, în vreme ce La Condamine a călătorit împreună cu topograful şi omul de ştiinţă Pedro Maldonado, guvernator al provinciei Esmeralda, regiunea în care se efectuau măsurătorile. Călătorind cu piroga şi însoţiţi de un grup de vîslaşi evadaţi de pe o corabie cu sclavi, cei doi oameni de ştiinţă au parcurs un traseu puţin folosit, de la rîul Esmeralda spre Quito. În plină junglă luxuriantă, cu plantele şi animalele ei exotice, La Condamine a consemnat în scris toate aspectele acestei experienţe. S-a pomenit înconjurat de sunetele şi imaginile unei lumi dense şi complexe, de o bogăţie inimaginabilă: păsări tucan viu colorate, papagali şi păsări colibri minuscule; maimuţe guralive şi jaguari pînditori, crocodili şi tapiri. A întîlnit băştinaşi care expediau săgeţi mortale suflînd în tuburi de bambus, şi a adus cu el în Europa

mostre din otrăvurile lor. I-a văzut pe locuitorii junglei cum tăiau scoarța arborelui de cauciuc, i-a observat cum modelau substanța cu proprietăți elastice în obiecte utile și a adus în Europa primele mostre de cauciuc. Pe lîngă studiile de matematică, geodezie și astronomie, el se vedea atras acum în universul istoriei naturale și al antropologiei, în care deosebitul său spirit de observație și atenția pentru detalii i-au fost de mare folos.

Cînd La Condamine și Maldonado au ajuns la Quito, sarcina de măsurare a curburii Pămîntului se desfășura lent. Politicienii neliniștiți suspectau echipa că pornise în căutarea comorilor incașe și au interpretat greșit piramidele de piatră pe care le lăsaseră în urma lor pentru a-și marca măsurătorile. Așa încît La Condamine a fost nevoit să plece la Lima pentru a obține permisiunea ca echipa să-și ducă netulburat misiunea la bun sfîrșit. În cele din urmă au reușit să configureze o linie de referință de-a lungul munților înalți. Apoi s-au îndreptat spre sud, în apropiere de Cuenca, unde au făcut ultimele măsurători în luna martie a anului 1743.

De acolo, La Condamine s-a întovărășit din nou cu Maldonado pentru a călători peste Anzi către fluviul Amazon, parcurgînd sute de mile de-a lungul cursului acestuia. La Condamine a fost primul european care a folosit observația meticuloasă în explorarea acelui teritoriu. În drumul său el a colectat sute de mostre botanice și și-a continuat observațiile începute de-a lungul ecuatorului.

La Condamine și grupul său au avut nevoie de cîțiva ani pentru a-și îndeplini misiunea, dar expediția lor nu numai că a măsurat curbura Pămîntului mai atent și mai precis decît expediția din Laponia – furnizînd o dovadă fermă pentru teoria lui Newton –, dar a inițiat și o tradiție bogată a expedi-

ţiilor ştiinţifice de mare anvergură, lungă prin perseverenţă şi hotărîre, şi chiar mai lungă în privinţa acurateţii şi a caracterului enciclopedic al informaţiilor de toate felurile.

TRANZITUL LUI VENUS ŞI CĂPITANUL JAMES COOK

Problema distanţei dintre Pămînt şi Soare a generat un al doilea val de expediţii chiar mai mare ca număr şi intensitate decît cel legat de investigarea formei globului terestru.

Aproape de la începuturile timpului astronomii au încercat să măsoare distanţa de la Pămînt la Soare, la Lună şi la stele. Dar, cum nu exista nici o metodă de măsurare directă, problema s-a dovedit extrem de dificilă. Doi dintre învăţaţii Greciei antice, Aristarh şi Hiparh, au făcut încercări în acest sens, fără succes. (Aristarh a calculat că Soarele s-ar afla la o distanţă de 18-20 de ori mai mare decît Luna, dar de fapt distanţa este de circa 340 de ori mai mare. Hiparh s-a apropiat ceva mai mult de valoarea reală, dar tot foarte departe.) Abia atunci cînd Johannes Kepler (1571–1630) a făcut unele descoperiri cheie despre orbitele planetare după vreo 1800 de ani, a reuşit cineva să descopere o metodă mai bună. Kepler şi-a dat seama că planetele se rotesc în jurul Soarelui pe nişte traiectorii eliptice şi că există o relaţie matematică între distanţa medie a planetei faţă de Soare şi timpul necesar pentru parcurgerea completă a unei orbite. Aşa încît, dacă se putea determina distanţa dintre o planetă şi Pămînt, observîndu-se totodată cît îi trebuia planetei ca să înconjoare Soarele, atunci era posibil să se determine distanţa pînă la Soare. Prin folosirea triangulaţiei, un sistem de măsurare bazat pe trigonometrie, teoretic ar fi fost posibil să se determine distanţa dintre Pămînt şi cea mai apropiată planetă.

Giovanni Domenico Cassini a încercat în 1672 să folosească planeta Marte pentru calcul, măsurînd unghiurile mici cu ajutorul telescopului. Valoarea găsită de el pentru distanța pînă la Soare s-a apropiat cel mai mult de adevăr – 138 milioane de kilometri față de cele 150 de milioane de kilometri despre care știm acum că ne separă de astrul nostru diurn –, dar atît procedeul, cît și rezultatele au rămas nesigure și frustrante.

Apoi Edmund Halley a arătat că Venus ar putea fi un candidat mult mai bun decît Marte pentru această operațiune, dat fiind că se apropie mai mult de Pămînt prin comparație cu planeta roșie. Dar la apropierea maximă de Terra, Venus apare atît de aproape de Soare încît nu poate fi observată decît în rarele ocazii cînd traversează discul Soarelui. Această perioadă de traversare, văzută de pe Pămînt, este cunoscută ca tranzit și numită uneori și imersiune, deoarece, pentru observator, planeta pare să se scufunde în marele glob luminos al Soarelui. Halley a sugerat în 1691 că un asemenea tranzit ar fi o ocazie perfectă pentru efectuarea măsurătorilor, simultan, din puncte răspîndite pe întreg Pămîntul, începînd cu momentul începerii imersiunii, cînd planeta se conturează pe fondul strălucitor al Soarelui, și pînă cînd dispare din nou în partea opusă. Dar tranziturile planetei Venus nu se produc așa de des. De fapt, ele se produc ca evenimente pereche, separate de opt ani, la intervale care nu depășesc 100 de ani. Se știa din calcule că următoarea pereche avea să se producă abia în anii 1761 și 1769. (Chiar dacă nu a trăit destul ca să vadă evenimentele, Halley se putea socoti norocos că acestea urmau să apară atît de curînd. Singurele tranzituri ale lui Venus în secolul XXI se vor produce în anii 2004 și 2012, fără ca vreun asemenea eveniment să se fi produs în secolul

XX.) În 1716, Halley a prezentat un articol la Societatea Regală în care solicita începerea neîntîrziată a unor pregătiri coordonate la nivel mondial.

Şi într-adevăr ele au început. Cele mai bune poziţii pentru observarea lui Venus în momentul tranzitului au fost identificate pe hartă. Oamenii de ştiinţă din lumea întreagă s-au implicat. Au participat mai mulţi savanţi americani, printre care topografii Charles Mason şi Jeremiah Dixon, care s-au deplasat la Capul Bunei Speranţe. În 1761, cercetătorii – 122 la număr – au observat planeta din 62 de poziţii diferite, din Newfoundland şi Siberia, de la Pekin şi Calcutta, de la Lisabona şi Roma, din Oceanul Indian şi de pe insula Sfînta Elena din sudul Atlanticului. Probabil că a fost primul mare eveniment ştiinţific internaţional, animat de un entuziasm intens, dar, în pofida atenţiei cu care s-au făcut observaţiile şi a pregătirilor intense, rezultatele nu au fost concludente.

Deoarece Venus este înconjurată de o atmosferă noroasă densă, marginile ei apar observatorului înceţoşate. În consecinţă, un efect cunoscut sub numele de „picătura neagră" sau „firul negru" îl împiedică chiar şi pe cel mai entuziast observator să deceleze exact momentul în care Venus a tranzitat complet discul Soarelui. Ca o picătură de ploaie care aderă la o umbrelă, marginea exterioară a lui Venus pare să rămînă ataşată de cerul înconjurător. Ca urmare, măsurătorile făcute chiar din acelaşi loc de către observatori atenţi care folosesc telescoape identice s-au dovedit dezamăgitor de diferite.

Mai rămînea o şansă: tranzitul din 1769. De data aceasta, numărul de puncte de observare a fost mărit la 77, iar numărul observatorilor a crescut la 151, mulţi aflîndu-se în locuri îndepărtate şi izolate, printre care Baja California, Indiile de

Căpitanul James Cook explorînd Noua Zeelandă la bordul corăbiei Endeavour, *1769*

Vest, Laponia şi regiunile arctice ale Rusiei. Printre cele mai vestite a rămas călătoria unică spre nou descoperita insulă Tahiti din Pacificul de Sud, cu marele explorator şi om de ştiinţă, căpitanul James Cook, la timona robustei corăbii *Endeavour.*

A fost prima dintre cele trei mari călătorii ale lui Cook în Pacific, toate trei acumulînd un tezaur de cunoştinţe despre regiuni pînă atunci necunoscute lumii europene. Scopul principal al expediţiei corăbiei *Endeavour* din anii 1768–1771 a fost, firește, observarea şi măsurarea tranzitului lui Venus. Cook însuşi era un astronom priceput, cu o pricepere prodigioasă de a naviga orientîndu-se după stele. Pentru observarea

planetei Venus i s-a alăturat astronomul Charles Green. În plus, din echipa ştiinţifică a făcut parte şi Sir Joseph Banks, un explorator-artist tînăr şi bogat, care a asigurat fondurile pentru achiziţionarea aparatelor ştiinţifice şi a echipamentului pentru ceilalţi opt membri ai corpului internaţional de istorie naturală de pe *Endeavour*. Mai participau şi cîţiva oameni de ştiinţă scandinavi, unul dintre ei fiind protejatul lui Carolus Linnaeus, omul al cărui sistem de clasificare a plantelor şi animalelor, aşa cum vom vedea în partea a doua a acestei cărţi, revoluţionase încă din 1753 modul în care oamenii îşi organizau gîndirea despre organismele vii.

Corabia a sosit în Tahiti în aprilie 1769, oferind un răgaz suficient pentru construirea unui observator (într-un loc care şi acum este cunoscut sub numele Point Venus) înainte de momentul tranzitului de pe 3 iunie. Numai că ziua propriu-zisă a tranzitului s-a dovedit dezamăgitoare. Iată ce scria Cook în jurnalul lui:

> *Sîmbătă, 3 iunie. Nici că se putea o zi mai favorabilă scopului nostru. Nici un nor nu a apărut ziua întreagă, iar aerul a fost perfect curat, aşa încît am avut toate avantajele pe care ni le-am fi dorit pentru observarea în totalitate a trecerii planetei Venus peste discul Soarelui. Am văzut cu mare claritate o atmosferă sau umbră întunecată în jurul corpului planetei care a deranjat foarte mult momentele de contact, îndeosebi cele două interne. Dr. Solander a participat şi el la observaţie, la fel ca şi mine şi domnul Green, şi diferenţele dintre momentele de contact observate de fiecare dintre noi au fost mai mari decît era de aşteptat...*

Deşi condiţiile păreau perfecte, instrumentele nu au avut puterea necesară pentru a furniza o măsurătoare definitivă şi exactă.

După ce toate măsurătorile făcute în lumea întreagă privind tranzitul lui Venus au fost prelucrate şi analizate – iar asta a luat aproape 60 de ani –, valoarea medie obţinută a fost de 155 milioane de kilometri, la drept vorbind mult mai apropiată de valoarea exactă de 150 milioane de kilometri decît toate măsurătorile anterioare. (La valoarea pe care o acceptăm astăzi, obţinută cu o precizie de două zecimale cu ajutorul tehnicilor de măsurare radar, s-a ajuns abia pe la mijlocul secolului XX.) Pornind de la măsurătorile făcute în 1769, Sistemul Solar s-a dovedit a avea de aproape 100 de ori mărimea estimată de Ptolemeu pentru întregul univers – o modificare copleşitoare a viziunii asupra lumii. Dar savanţii din secolul al XVIII-lea nu erau mulţumiţi. Ei îşi doreau măsurători mai exacte, şi din acest punct de vedere Cook a fost evident dezamăgit de rezultatele călătoriei sale.

Un alt obiectiv important urmărit de Cook cu ocazia expediţiei din 1769 a fost căutarea marelui continent dispărut – Terra Australis Incognita. Şi în această privinţă a înregistrat un eşec. Dar, aşa cum se întîmplă adeseori în ştiinţă, în eşecul său se ascundea şi marea lui realizare. Pentru că a navigat în ape care nu mai fuseseră explorate niciodată pînă atunci. A descoperit 70 de insule pe care le-a numit Insulele Societăţii, a ajuns la ţărmul Noii Zeelande, a dat cu corabia sa peste Bariera de Corali şi a descoperit Botany Bay şi Cook's Bay. Naturaliştii săi au văzut pentru prima oară canguri, iar Banks şi colegul lui, Daniel Solander, au colectat 17 000 de noi specii de plante, precum şi sute de specii de peşti şi păsări şi numeroase piei de animale. Artiştii

aflaţi la bord au revenit în Europa cu desene, schiţe şi picturi ale unor locuri exotice, obiceiuri, plante şi animale pe care cei de acasă nici nu şi le puteau închipui măcar. A fost prima dintre cele trei călătorii pe care Cook avea să le facă, ultima avînd un sfîrşit tragic, căci a fost ucis de către hawaiieni care, cu doar cîteva zile înainte, îl veneraseră ca pe un zeu. Totuşi, toate trei expediţiile au revenit cu foarte multe descoperiri despre oamenii, flora, fauna şi întinderile de pămînt ale unei lumi care nu mai fusese niciodată explorată.

James Cook a reprezentat un model pentru genul de eclectism ştiinţific care a dominat în secolul al XVIII-lea, cînd un mare navigator a putut să contribuie semnificativ la ştiinţa astronomiei cu precizia măsurătorilor şi observaţiilor sale, la geografie cu hărţile şi diagramele sale, şi la botanică, zoologie şi antropologie cu o mare cantitate de observaţii şi descrieri comparative. A fost o perioadă cînd marile minţi puteau contribui în numeroase domenii. De fapt, a fost o perioadă în care respectivele domenii nu erau atît de clar delimitate unele faţă de altele, aşa cum aveau să devină ulterior – o vreme cînd chimiştii puteau fi totodată fizicieni şi biologi, cînd geologii erau în acelaşi timp botanişti şi zoologi, şi cînd matematicienii şi muzicienii erau şi astronomi.

1781	William Herschel descoperă planeta Uranus.
1782	John Goodricke anunţă observarea unei „stele variabile", Algol.
1782	Oliver Evans lucrează la una din primele versiuni ale unei locomotive.

CAPITOLUL 2

OBSERVAREA SPAȚIULUI COSMIC ÎNDEPĂRTAT: STELE, GALAXII ŞI NEBULOASE

Pentru cei care cercetau spaţiul cosmic îndepărtat şi încercau să-i desluşească misterele, secolul al XVIII-lea a venit cu o nouă serie de provocări. Pînă spre sfîrşitul secolului al XVII-lea, de-a lungul timpului, traiectoriile complexe ale planetelor absorbiseră cea mai mare parte a atenţiei astronomilor poziţionali. Izvoare datate cu mii de ani înainte de Hristos arată că primii oameni care au privit către cerul înstelat au urmărit aceste corpuri „rătăcitoare" şi şi-au fundamentat filozofii complexe şi practici oculte, precum astrologia, pe ceea ce au văzut. Prin contrast, stelele păreau mai previzibile, avînd o poziţie fixă pe cer, exceptînd deplasările care se explică acum prin mişcarea de revoluţie a Pămîntului în jurul Soarelui. Anticii – chiar şi înţelepţii greci – credeau că stelele, spre deosebire de planete, sînt nemişcate. Marele filozof grec Aristotel şi discipolul său Ptolemeu au imaginat un univers compus din sfere cuibărite una într-alta, aranjate ca foile de ceapă în jurul Pămîntului, stelele nemişcate fiind înglobate în stratul extern. Noua viziune copernicianã din secolul al XVII-lea asupra spaţiului

cosmic înconjurător a lămurit o bună parte din confuziile legate de Sistemul Solar, admiţînd poziţia centrală a Soarelui. Dar chiar şi această viziune nouă şi revoluţionară asupra universului plasa stelele nemişcate dincolo de limita orbitelor planetare. Copernic, Kepler şi Newton, cu legile lui, explicaseră mişcarea planetelor. Dar dacă legile lui Newton erau cu adevărat „universale", atunci stelele aveau oare şi ele mişcări previzibile? Newton nu a abordat această problemă. Pentru aceasta ne vom îndrepta atenţia spre tînărul discipol al lui Newton, Edmund Halley.

DESPRE STELE ŞI COMETE

Edmund Halley s-a născut în noiembrie 1656, ca fiu al unui bogat fabricant de săpun din Londra. Pînă să devină student la Oxford, el îşi manifestase interesul pentru astronomie şi, la 19 ani, cînd era încă student, a publicat o lucrare despre legile lui Kepler. Cartea, de mici dimensiuni, i-a atras atenţia lui James Flamsteed, care în acelaşi an devenise primul astronom regal al Angliei şi începuse deja să alcătuiască un nou catalog al stelelor din emisfera nordică. Flamsteed, impresionat de lucrarea lui Halley, l-a încurajat pe tînăr să meargă mai departe.

Pe la mijlocul deceniului al şaptelea, îmbunătăţirile aduse telescoapelor şi instrumentelor au scos la iveală numeroase inexactităţi ale vechilor hărţi şi cataloage stelare. Astfel, în timp ce Flamsteed şi alţii erau ocupaţi cu cartografierea cerurilor nordice, Halley a intuit că cerul emisferei sudice era un teritoriu deschis pentru un astronom ambiţios. El şi-a convins tatăl să-i finanţeze călătoria şi, după ce a obţinut o întrerupere a studiilor la Oxford, Halley s-a îmbarcat pe o corabie pentru a cartografia stelele ce se puteau observa pe cerul emisferei sudice.

REMARCABILUL JOHN GOODRICKE

În scurta sa viață de 21 de ani, astronomia i-a oferit lui John Goodricke atît consolare cît și faimă. Născut în 1764 în Olanda, fiu al unui diplomat englez, Goodricke și-a petrecut scurta viață într-o lume a tăcerii, nefiind în stare să audă sau să vorbească. Părinții lui, oameni înstăriți și înțelegători, i-au încurajat încă din primii ani interesul pentru astronomie. Sub cerul nopții scînteind de stele, Goodricke părea să se simtă ca acasă învăluit în tăcerea lui. Dotat cu o minte ageră și un ochi pătrunzător, el se apleca în fiecare noapte asupra telescopului.

O stea i-a atras atenția în mod deosebit. Algol, din constelația Perseu, era o sursă de mirare pentru astronomi. Aristotel afirmase că stelele erau perfecte și neschimbătoare, dar Algol, strălucind puternic pe cer, părea să manifeste o variație a strălucirii. Probabil că tocmai unicitatea ei l-a atras pe tînărul Goodricke. Ca și el, Algol era o anomalie, deosebindu-se prin caracterul ei diferit față de stelele din jur.

Tînărul astronom și-a luat sarcina de a încerca să descifreze misterul lui Algol, o misiune ce solicita o răbdare de înger și un timp îndelungat dedicat observării. Mare parte din muncă a trebuit efectuată cu ochiul liber (adică fără ajutorul telescopului), deoarece trebuia să facă comparații cu stele situate dincolo de raza vizuală a telescopului.

Luni de studiu intens și de însemnări făcute cu migală l-au convins pe Goodricke că variațiile stelei respectau un model regulat, după o perioadă specifică sau ciclu. După alte studii intense, el a reușit să determine că Algol trecea prin modificările de luminozitate într-o perioadă regulată de aproape trei zile. A fost prima dovadă demonstrabilă a regula-

rității unei stele variabile. Astăzi știm că peste 29 000 de stele sînt „variabile" și că peste 14 000 de alte surse de lumină par să prezinte variații ale luminozității.

În 1782, Goodricke a încercat să răspundă la dificila întrebare privind sursa variațiilor lui Algol, sugerînd că aceasta s-ar datora fie petelor întunecate de pe suprafața ei, fie unui însoțitor invizibil (pentru noi) care se rotește pe orbită în jurul stelei și se interpune între noi și stea la intervale regulate. Era o ipoteză îndrăzneață, mai ales fiind propusă de un astronom amator în vîrstă de 17 ani. Și, cu toate că teoria lui Goodricke despre misteriosul însoțitor orbital al lui Algol nu va fi demonstrată decît mult mai tîrziu – cînd s-a descoperit că Algol are nu unul, ci doi însoțitori –, articolul lui i-a dus mult rîvnita Medalie Copley din partea Societății Regale. Moartea lui Goodricke, în 1786, a survenit cu puțin înainte de a 21-a aniversare, la numai două săptămîni după ce a fost ales membru al Societății Regale. Tînărul avusese întotdeauna o sănătate șubredă și moartea sa a fost atribuită expunerii prelungite la aerul răcoros al nopții.

Dintre cele peste 29 000 de stele variabile cunoscute astăzi, puține s-au lăsat explicate la fel de ușor cum a fost cazul cu misterul lui Algol, care continuă totuși să prezinte numeroase anomalii. Datorită tînărului Goodricke, totuși, încă o mică felie de cunoaștere a fost adăugată la înțelegerea noastră asupra cosmosului.

Vreme de un an și jumătate, din 1676 pînă în 1678, Edmund Halley a petrecut oră după oră în tovărășia telescopului pe insula pustie Sf. Elena, în largul coastei sud-vestice a Africii. Vremea era aspră și inospitalieră, extrem

de proastă pentru observaţii astronomice şi deloc prietenoasă faţă de tînărul Halley. Dar, în cele din urmă, la încheierea şederii sale acolo, Halley a revenit în Anglia cu un catalog nou şi fără precedent al stelelor din emisfera sudică; acesta conţinea poziţiile a nu mai puţin de 341 de stele necatalogate anterior. Halley sperase să cartografieze mult mai multe stele, însă vremea fusese neprielnică. Dar catalogul, publicat sub titlul *Catalogus Stellarum Australium* („Catalogul stelelor sudice") în 1679, a fost suficient ca să-i aducă imediat lui Halley celebritatea în rîndurile elitei ştiinţifice londoneze. Flamsteed l-a numit pe Halley „un Tycho al sudului" (referindu-se la opera deschizătoare de drumuri a marelui astronom danez Tycho Brahe). Cîţiva ani mai tîrziu, Flamsteed avea să se certe cu Halley din pricina publicării premature a unuia dintre cataloagele stelare ale lui Flamsteed însuşi. Dar acum era clipa lui Halley şi, cu un stil cavaleresc şi fermecător, el a ştiut să profite la maximum. În urma succesului său, Halley a fost invitat să devină membru al prestigioasei Societăţi Regale. Era o companie ameţitoare pentru tînărul Halley, care s-a pomenit dintr-o dată înconjurat de mari personalităţi precum Newton, Robert Hooke, Flamsteed şi charismaticul Christopher Wren. Dar, inteligent, modest şi înzestrat cu o personalitate plăcută, Halley a fost repede acceptat. În mod surprinzător, el a reuşit chiar să se împrietenească rapid cu reticentul şi de obicei acrul Isaac Newton. Fiind printre primii care au văzut lucrarea *Principia*, Halley nu numai că l-a încurajat pe Newton să-şi publice capodopera revoluţionară, dar chiar a contribuit cu bani proprii la publicarea ei atunci cînd fondurile Societăţii Regale s-au dovedit insuficiente. Banii nu au fost niciodată o problemă pentru Halley, iar cînd tatăl lui a fost găsit ucis în

mod misterios, moştenirea rămasă i-a permis lui Halley un venit confortabil pentru toată viaţa.

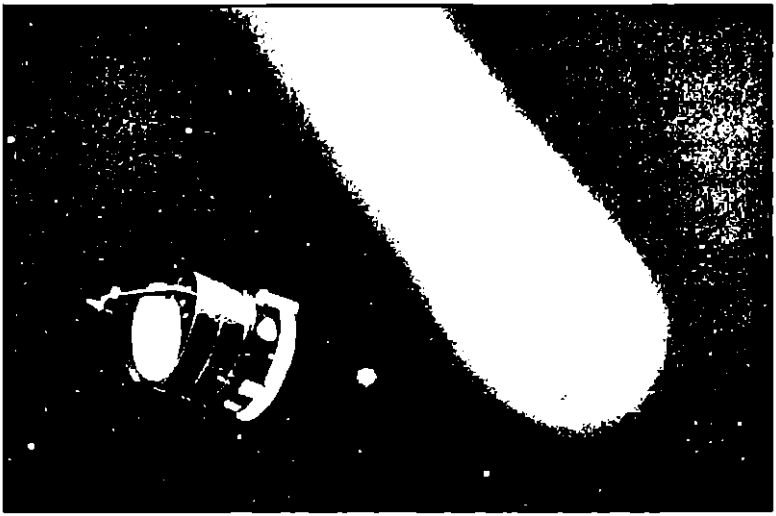
În orice caz, viaţa de huzur nu-l atrăgea mai deloc pe cel care, animat de o vie curiozitate intelectuală, a revenit curînd la munca susţinută. În timpul lungii sale călătorii spre insula Sf. Elena, el observase că busola corăbiei nu arăta exact către polul nord, aşa cum se credea în general. Prin urmare, polul magnetic nu coincidea cu polul nord geografic. Şi cu toate că diferenţa putea fi considerată minoră, pentru navigatori şi pentru căpitanii de corăbii descoperirea a fost importantă. Explozia mondială a comerţului din ultima parte a secolului al XVII-lea deschisese numeroase rute oceanice şi concurenţa era crîncenă. Aşa cum era nevoie de noi hărţi ale cerului, era nevoie şi de noi şi mai bune hărţi maritime pentru o navigaţie mai eficientă. În 1698, sub comanda lui Halley, prima navă dedicată şi echipată în exclusivitate unor scopuri ştiinţifice a plecat din Londra. Botezată *Paramour Pink*, mica, dar solida corabie a făcut un tur al mărilor vreme de doi ani, în vreme ce Halley şi echipajul său măsurau declinaţiile magnetice de pe întreg cuprinsul globului, alcătuiau noi hărţi de navigaţie şi încercau să determine latitudinile şi longitudinile exacte pentru zeci de porturi importante.

Revenind la Londra ca lup de mare experimentat, Halley s-a dedicat cu înfrigurare unui alt fel de activitate ştiinţifică, de data asta scotocind printre sute de cărţi şi hărţi de astronomie antică. În timpul călătoriilor sale, Halley a fost intrigat de numeroasele discrepanţe dintre vechile hărţi stelare şi cele contemporane. În afara erorilor evidente şi uneori scandaloase strecurate în vechile hărţi, el observase că multe stele corect cartografiate difereau totuşi în ceea ce priveşte poziţiile lor faţă de observaţiile moderne. După un studiu atent, el a reuşit

să demonstreze că cel puţin trei stele importante, Sirius, Procyon şi Arcturus, îşi schimbaseră poziţia faţă de perioada cînd fuseseră catalogate de către greci.

Ceea ce unii dintre astronomi începeau doar să bănuiască, Halley a demonstrat că este adevărat. Şi stelele se mişcau. Chiar şi dincolo de limitele Sistemului Solar, obiectele cosmice păreau să se afle într-o stare de mişcare constantă, dinamică şi previzibilă – o idee intrinsecă a legilor newtoniene privind gravitaţia, dar care rămăsese nedemonstrată pînă la munca atentă a lui Halley. Încă o dată, viziunile antice ale universului au fost strivite de forţa măreţei viziuni gravitaţionale şi geometrice a lui Newton. Noua informaţie va avea un impact enorm asupra astronomiei în anii următori.

Dar Halley este cel mai bine cunoscut pentru activitatea sa în legătură cu cometele, faţă de care dăinuia de multă vreme o atitudine de veneraţie şi reverenţă superstiţioasă din cauza apariţiilor lor stranii pe cerul nopţii. În timp ce cerceta documentele antice, Halley a constatat că se poate desluşi un model care se încadra în teoria lui Newton atunci cînd a încercat să calculeze forma orbitelor cometelor pornind de la consemnările apariţiilor lor de-a lungul secolelor. Informaţiile precise erau totuşi rare, şi s-a văzut obligat să abandoneze proiectul, dar nu înainte de a face o descoperire interesantă. Calculele sale au sugerat insistent că patru comete bine cunoscute, văzute în anii 1456, 1531, 1607 şi 1682, erau după toate probabilităţile aceeaşi cometă care, respectînd legile newtoniene ale gravitaţiei, revenea pe orbită o dată la 76 de ani. Halley a prezis că ea se va întoarce în 1758. Şi, cu toate că a murit în 1742, cu 16 ani înainte de a-şi putea vedea confirmată predicţia, cometa, cunoscută azi sub numele de



Edmund Halley a iniţiat o îndelungată tradiţie a curiozităţii generate de cometa care îi poartă numele. În 1985, Agenţia Spaţială Europeană a lansat nava spaţială Giotto *pentru a observa Cometa Halley în timpul apropierii sale de Soare din 1986 (reprezentare artistică a întîlnirii dintre cele două obiecte, produsă la o distanţă de 376 de mile, cu o pictură reprezentînd cometa bazată pe fotografia făcută pe 8 mai 1910 la Observatorul de pe Muntele Wilson).*

Cometa Halley, rămîne un omagiu dramatic adus memoriei astronomului care a descoperit primul regularitatea deplasărilor sale.

NOI VIZIUNI ALE UNIVERSULUI: WRIGHT, KANT ŞI LAPLACE

Dacă stelele, la fel ca şi planetele, se aflau în mişcare, însemna că universul de dincolo de Sistemul Solar nu mai era în mod necesar acel loc sacrosanct, static şi perfect cum

s-a crezut dintotdeauna. În plus, dacă legile lui Newton erau valabile pentru toate obiectele din întreg cosmosul, aşa cum păreau a fi pe la mijlocul secolului al XVIII-lea, atunci era nevoie de noi perspective şi speculaţii despre univers în general.

Pe la mijlocul secolului al XVIII-lea, cîţiva oameni au promovat nişte teorii care au început să revoluţioneze viziunea omenirii despre cosmos şi despre propria noastră poziţie în cadrul acestuia. Unul dintre aceştia a fost scriitorul şi naturalistul francez Georges Louis Leclerc, conte de Buffon, despre care va fi vorba mai tîrziu în această carte. Printre alţii, un om de ştiinţă amator, profund evlavios, un tînăr care îndrăgea speculaţiile pe teme filozofice şi un matematician strălucit.

Thomas Wright

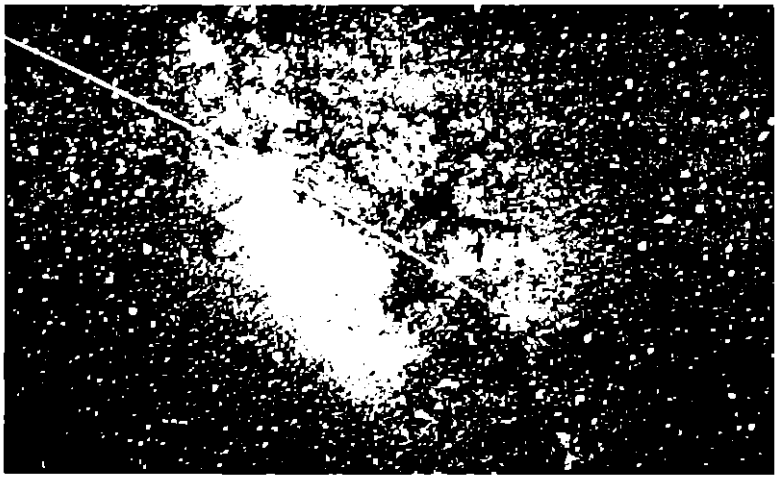
Thomas Wright (1711–1786) a fost un gînditor englez interesat de multe şi diverse domenii. Cu o educaţie solidă şi bine informat în privinţa ideilor filozofice şi ştiinţifice dominante ale vremii, asemenea multor gînditori din secolul al XVIII-lea, el a fost tulburat de conflictele dintre gîndirea şi observaţiile sale ştiinţifice, pe de o parte, şi convingerile sale religioase pe de alta. Observaţiile şi lecturile astronomice l-au condus la supoziţia că dacă planetele care se mişcă în jurul Soarelui formează un sistem orbital, atunci, ţinînd seama de legile newtoniene ale gravitaţiei, era posibil ca stelele să facă şi ele parte dintr-unul sau mai multe sisteme orbitale similare. Dacă totuşi cosmosul era astfel alcătuit, care mai era locul lui Dumnezeu în acest nou univers mecanicist şi gravitaţional? Nefiind nici un astronom cu pregătire temeinică, nici un gînditor riguros şi sistematic, Wright a propus

de fapt mai multe modele cosmologice diferite. Unul dintre primele astfel de modele descria Soarele şi Sistemul Solar mişcîndu-se împreună cu stelele în jurul unui uriaş centru comun, care putea să fie sau să nu fie solid, dar în orice caz era domeniul lui Dumnezeu. La limita exterioară a acestui sistem gigantic, mult mai departe de Sistemul Solar şi stele, se afla o misterioasă regiune întunecată a „morţii", care înconjura totul. Era un concept cu trăsături accentuat mistice, dar elaborările ulterioare s-au dovedit fructuoase. În cartea sa *An Original Theory and New Hypothesis of the Universe* („O teorie originală şi o nouă ipoteză despre Univers"), publicată în 1750, Wright a sugerat o posibilă alternativă: în locul unui univers în formă de cochilie în care stelele şi Sistemul Solar se mişcă în jurul unui centru comun, întregul sistem ar putea de fapt să ia forma unui disc aplatizat, aflat în mişcare de rotaţie. El continua să adere la ideea unui centru comun ocupat de Dumnezeu sau o prezenţă divină, dar pe de altă parte a sugerat că aşa-numitele nebuloase, misterioasele pete înceţoşate de pe cer care nu erau nici stele, nici planete, s-ar situa cu mult mai departe decît discul însuşi.

Immanuel Kant

Gînditor mai profund şi mai riguros decît Wright, tînărul filozof german Immanuel Kant (1724–1804) a citit fie cartea incitantă a lui Wright, fie o recenzie a acesteia. În orice caz, cu mintea lui ageră, el s-a aplecat de îndată asupra unora dintre ideile lui Wright formulate mai neglijent.

În 1775, el şi-a prezentat ideile în cartea *Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels* („Istoria generală a naturii şi teoria cerului"). Ca lucrare de cosmologie şi astronomie speculativă, a fost o realizare remarcabilă. Urmînd



Centrul galactic al Căii Lactee văzut cu un telescop din secolul XX (dunga luminoasă care se prelungeşte dinspre colţul din stînga-sus al imaginii este dîra lăsată de unul dintre primii sateliţi artificiali ce înconjoară Pămîntul). În 1750, Thomas Wright a emis ipoteza cutezătoare că Soarele nostru este doar una dintre multele stele ce descriu o orbită în jurul „centrului divin" al sistemului stelar.

calea deschisă de Wright şi folosindu-şi propriile studii asupra fizicii newtoniene, Kant a sugerat că sistemul stelar, ca şi Sistemul Solar, ar avea forma unui disc aplatizat. Întocmai cum planetele se rotesc în jurul Soarelui pe orbite eliptice în planul zodiacal, stelele s-ar putea roti şi ele în jurul unui centru comun şi necunoscut. Spre deosebire de Wright, Kant nu a făcut nici o referire la o divinitate care ar ocupa această poziţie centrală ipotetică. Kant a mai sugerat că stelele vizibile alcătuiesc această „galaxie" comună, dar că ar fi posibil ca sistemul în cadrul căruia Soarele şi planetele s-au alăturat într-o mişcare comună de revoluţie în jurul unui centru necu-

noscut să nu fie singurul existent în univers. De fapt, universul ar putea fi compus din multe asemenea galaxii. Kant a mai sugerat că s-ar putea ca noi să fi văzut deja aceste alte galaxii, că acestea ar putea fi nebuloasele observate de către astronomi şi menţionate de Wright. Multe dintre aceste nebuloase, a arătat Kant, au forme ovale şi discoidale, iar lumina combinată a stelelor care le alcătuiesc ar putea, dată fiind marea lor depărtare faţă de noi, să creeze aparenţa lăptoasă şi înceţoşată. A fost un salt speculativ inspirat şi cutezător şi care, deşi nedovedit pînă în secolul XX, a deschis un nou şi vast orizont pentru cosmologie: un univers imens ca un ocean în care plutesc şi se rotesc numeroase insule-galaxii – un univers mult mai mare şi mai măreţ decît orice a putut imagina o minte omenească pînă atunci.

Este important totuşi să precizăm aici că ideile lui Kant, deşi bazate pe înţelegerea fizicii newtoniene, erau pur speculative, oricît ar fi fost ele de inspirate. Deşi avea lecturi solide de fizică şi matematică, Kant, care ulterior avea să dobîndească o mare reputaţie ca filozof controversat, nu a fost efectiv nici fizician, nici matematician practicant.

CHARLES MESSIER ŞI CATALOGUL SĂU

Charles Messier (1730-1817) a fost un vînător de comete. Asemenea multor astronomi din epoca lui şi din zilele noastre, el a fost fascinat de găsirea şi urmărirea acestor vizitatori şireţi şi spectaculoşi ai cerurilor nopţii. În timpul vieţii el a fost creditat cu descoperirea a peste 15 comete noi, ceea ce i-a adus porecla de „nevăstuica cometelor". Totuşi, ca majoritatea specialiştilor devotaţi profesiei lor, Messier a fost întrucîtva un fanatic al domeniului său de specialitate şi nu-l stînjeneau aspectele irelevante. Şi în zilele de început ale

investigațiilor telescopice, el a constatat că era permanent contrariat de acele mici obiecte alb-lăptoase de pe cer denumite nebuloase (de la *nebula*, cuvîntul latin pentru nori). Nu se cunoșteau prea multe lucruri despre acestea atunci cînd Messier și-a început activitatea. Immanuel Kant emisese cîteva supoziții speculative, dar lucrarea clasică a lui William Herschel mai avea pînă să apară și, oricum, pe Messier îl preocupau cometele și nu îl interesau cîtuși de puțin nebuloasele. Problema sa consta în faptul că, pur și simplu, respectivele nebuloase puteau fi confundate cu ușurință cu niște comete, mișcîndu-se foarte încet la mare distanță, și se putea pierde timp prețios cu urmărirea lor pînă cînd se putea decide că nu erau comete, ci niște elemente permanente de pe cerul nopții.

Messier a decis că singura cale de a rezolva problema o dată pentru totdeauna era alcătuirea unui catalog, o listă a tuturor nebuloaselor perturbatoare și a pozițiilor lor exacte pe cer, astfel încît alți căutători de comete să știe exact unde sînt situate și să nu mai piardă timp prețios din cauza lor.

A fost o treabă dificilă, dată fiind natura încă primitivă a telescoapelor epocii, și a necesitat multă, multă răbdare. Cu toate acestea, Messier a reușit pînă în 1781 să catalogheze 103 din aceste obiecte perturbatoare. Astăzi, mulți astronomi amatori, ca și profesioniștii care doresc că vadă minunății precum marea Galaxie Andromeda (M31 în catalogul lui Messier – toate articolele din catalog el le-a precedat de litera M, de la Messier) și alte obiecte interesante cum sînt roiurile globulare, aglomerările deschise, nebuloasele planetare sau chiar reminiscențele unei supernove, le pot găsi rapid grație celebrei lucrări a lui Messier.

Pierre Simon Laplace

Nu acelaşi lucru se poate spune despre Pierre Simon Laplace, născut în Normandia, Franţa, în 1749. Laplace a fost un matematician strălucit şi inspirat, unul dintre cei mai influenţi oameni de ştiinţă ai secolului al XVIII-lea. Deşi este aproape necunoscut pentru majoritatea oamenilor din zilele noastre, opera sa matematică riguroasă a reuşit să rezolve cîteva din neclarităţile lăsate de Newton şi a furnizat o bază mai solidă pentru speculaţiile lui Kant.

În 1773, el şi-a adus prima contribuţie importantă la dezvoltarea astronomiei cînd a cercetat orbita lui Jupiter în încercarea de a înţelege de ce aceasta părea să se restrîngă

Pierre Simon Laplace

întruna, în vreme ce orbita lui Saturn părea să se extindă. Într-un articol în trei părți publicat între anii 1784 și 1786, Laplace a demonstrat că fenomenul era periodic – cu alte cuvinte, se producea la intervale regulate – având o perioadă de 929 de ani. În vreme ce explica minuțios cauzele fenomenului, articolul lui Laplace a reușit totodată să rezolve o problemă importantă lăsată deschisă de Newton, aceea a stabilității Sistemului Solar. Newton, stînjenit de interacțiunile gravitaționale complexe dintre corpurile Sistemului Solar, ajunsese la concluzia că, din cînd în cînd, ar fi necesară un fel de intervenție divină pentru a menține întregul sistem stabil. Ajutat de colegul matematician Joseph Louis, conte de Lagrange (1736–1813), Laplace a demonstrat matematic că, întrucît toate planetele se mișcă pe orbită circumsolară în aceeași direcție, excentricitățile și înclinațiile lor reciproce rămîn suficient de mici ca să nu mai fie nevoie de nici o intervenție externă pentru ca sistemul să rămînă stabil pe termen lung. Sau, așa cum scria Laplace:

> *Pornind de la singura considerație că mișcările planetelor și sateliților lor se produc pe orbite aproape circulare, în aceeași direcție și în planuri cu înclinații reciproce neglijabile, sistemul va oscila în jurul unei stări medii, de la care se va abate cu cantități foarte mici.*

De fapt, Sistemul Solar, spunea Laplace, este în esență un mecanism cu auto-corecție, și nu are nevoie de nici o intervenție divină pentru a fi readus la starea de echilibru.

Laplace a scris numeroase alte articole importante, aruncînd multă „lumină matematică" asupra cîtorva alte probleme

mai mari sau mai mici legate de teoriile lui Newton şi de interacţiunile gravitaţionale ale planetelor şi sateliţilor. Totuşi, cea mai populară şi mai citită lucrare a sa a fost *Exposition du Système du Monde*, publicată în 1796, o lucrare de astronomie popularizată, în care, aproape ca un gînd întîrziat, a oferit o teorie pentru explicarea originii Sistemului Solar.

„Ipoteza nebuloasei", cum a ajuns să fie cunoscută ideea lui Laplace, a mai fost propusă, probabil fără ştirea lui Laplace, într-o manieră mai puţin riguroasă şi sub o formă uşor diferită, de către Kant. Denumită în mod diferit – cînd ipoteza nebuloasei, cînd ipoteza nebuloasei a lui Kant, ori ipoteza nebuloasei a lui Laplace, sau, în fine, ipoteza nebuloasei Kant-Laplace –, ideea a devenit imediat populară şi a fost acceptată de majoritatea astronomilor de-a lungul întregului secol al XIX-lea.

Într-o formă mult prescurtată şi debarasată de aparatul matematic, ideea era că, iniţial, Soarele a fost o nebuloasă gigantică rotitoare sau un nor de gaz. Pe măsură ce nebuloasa s-a rotit şi gazul s-a contractat, viteza sa de rotaţie a crescut pînă cînd materia de la marginile exterioare ale nebuloasei a ajuns să se mişte prea repede pentru a mai fi ţinută în loc de forţa sa gravitaţională. Eliberat din chingile gravitaţionale, materialul gazos s-a condensat apoi pentru a forma o planetă, în timp ce nucleul central al nebuloasei a continuat să-şi mărească viteza de rotaţie şi contracţia, în final lăsînd în urmă şi alt material pentru formarea unei noi planete, şi tot aşa, pînă cînd s-au format toate planetele, iar nebuloasa centrală dat naştere unui Soare stabil în centru. Teoria era grevată de multe întrebări şi probleme nerezolvate, dar ca una dintre primele încercări de a explica originea Sistemului Solar folosind raţionamentul ştiinţific şi logic, fără recurs la forţe oculte şi metafizice, a reprezentat un început impresionant.

Joseph Louis Lagrange

Deşi Laplace însuşi şi-a dat seama că a trecut graniţa către domeniul speculativ cu o bună parte din „teoria" sa, el nu avea nici o îndoială că acesta precum şi toate celelalte mistere ale cosmosului vor fi rezolvate prin aplicarea raţională a matematicii şi a legilor newtoniene. Fără a fi cel mai modest dintre oameni sau cel mai amabil dintre savanţi (de multe ori a fost urît şi admirat în acelaşi timp de către colaboratorii lui), el a fost unul dintre adepţii cei mai devotaţi ai naturii mecaniciste a universului din epoca iluminismului. A fost o credinţă susţinută de mulţi oameni de ştiinţă din timpul Epocii Raţiunii, dar puţini au formulat-o la fel de puternic ca Laplace atunci cînd a scris că în universul lui Newton nu se petrecea nimic întîmplător şi că, într-un caz ipotetic, „o inteligenţă care ar cunoaşte, la un moment dat, toate forţele care acţionează în natură, precum şi poziţiile

William Herschel, unul dintre cei mai mari astronomi-observatori din secolul al XVIII-lea

momentane ale tuturor obiectelor din care constă universul, aceasta ar fi în stare să înţeleagă mişcările celor mai mari corpuri ale universului... [şi] nimic n-ar fi nesigur, atît trecutul cît şi viitorul ar fi prezentul" în ochii unei asemenea persoane.

Totuşi nu toţi adepţii lui Newton din secolul al XVIII-lea au fost filozofi atît de ambiţioşi. Deşi teoria îşi păstra locul, mulţi astronomi, îndeosebi din Anglia, s-au ferit de asemenea speculaţii teoretice măreţe, preferînd să adopte o abordare mai pragmatică prin folosirea lecţiilor revoluţiei ştiinţifice şi a legilor lui Newton în astronomia practică de zi cu zi.

LUCRUL ÎN ECHIPĂ: WILLIAM ŞI CAROLINE HERSCHEL

Dacă matematicianul Laplace a fost cel mai influent teoretician în astronomia secolului al XVIII-lea, atunci muzicianul şi astronomul amator William Herschel a fost cel mai influent astronom practicant al iluminismului. Născut la Hanovra în 1738, Herschel s-a eschivat de la satisfacerea serviciului militar în 1757 şi s-a mutat în Anglia. Fiind un muzician renumit în Germania (oboist, organist, violonist şi dirijor), el şi-a continuat cariera în Anglia, predînd muzica şi copiind partituri. În scurt timp, totuşi, el şi-a clădit un renume şi a început să găsească de lucru ca dirijor de fanfare militare şi ca organist şi compozitor respectat. În 1766 a fost angajat ca organist la Octagon Chapel din Bath. Era un post bun, care îi permitea să predea, să dirijeze şi să compună. Şi încă mai important, era o slujbă bine plătită şi îi asigura destui bani pentru finanţarea interesului său faţă de astronomie. În momentul în care sora lui, Caroline (1750–1848), i s-a alăturat în Anglia în 1772, William s-a îndrăgostit pînă într-atît de astronomie încît a devorat pur şi simplu sute de cărţi despre astronomie, calculul infinitezimal şi optică. De asemenea, a cumpărat un mic telescop şi a început să-şi petreacă nopţile cercetînd cerul de deasupra localităţii Bath.

Caroline s-a contaminat repede de entuziasmul fratelui său. Muziciană şi cîntăreaţă desăvîrşită, ea a început curînd să-l ajute pe William la orchestraţii, să-i copieze partiturile şi să manifeste o fascinaţie aproape tot atît de mare faţă de astronomie şi telescoape. La puţin timp după sosirea surorii sale, cu ajutorul ei, William şi-a construit primul mic telescop. Din momentul acela nu a mai existat cale de întoarcere.

Caroline Herschel, prima femeie care a jucat un rol esenţial în astronomie, a petrecut cu entuziasm ore îndelungate alături de fratele ei, William, cercetînd bolta cerească pe timpul nopţii. Aşa cum scria Caroline în jurnalul ei, „Dacă din cînd în cînd nu s-ar mai fi nimerit cîte o noapte noroasă, nu ştiu cînd am mai fi dormit ori eu, ori el."

Imediat a urmat un alt telescop, ceva mai mare, apoi încă unul.

Erau nişte telescoape interesante prin faptul că erau mult mai largi decît cele de o lungime asemănătoare. Cînd era întrebat despre structura lor neobişnuită, Herschel răspundea că nu caută numai proprietăţile de mărire a imaginii, ci şi capacitatea de concentrare a luminii. Cu cît era mai mare oglinda telescopului, cu atît mai multă lumină era capabil să capteze şi, prin aceasta, să ofere posibilitatea de a vedea mai multe stele şi nebuloase. Herschel devenise deja fascinat de universul aflat dincolo de Sistemul Solar. Pe parcursul lungii sale cariere, cu ajutorul surorii sale Caroline, el va defini

disciplina astronomiei stelare şi îi va determina pe astronomi să privească mult dincolo de mecanica Sistemului Solar. Curios însă, tocmai o descoperire din interiorul Sistemului Solar îi va aduce cea mai mare notorietate, va învioara astronomia observaţională şi îi va aduce statutul de celebritate internaţională.

Deşi Herschel putea fi un observator răbdător şi precis (o dată a măsurat peste 100 de cratere lunare diferite, verificîndu-se de trei ori prin folosirea a trei metode diferite), era mult mai interesat de descoperirile propriu-zise decît de calcule. Pentru Herschel cerul nopţii era un ocean vast şi întunecat, prost cartografiat şi plin de promisiunea perpetuă a unor noi descoperiri. Pentru a-şi uşura navigarea nocturnă pe ceruri, a pus la punct o metodă meticuloasă de „măturare" a bolţii cereşti. În fiecare noapte se ocupa doar de o mică porţiune de cer, de regulă o bandă de numai două grade, pe care o explora de două ori înainte de a se retrage. În noaptea următoare examina o bandă adiacentă, deplasîndu-se astfel pas cu pas pe întreg cerul vizibil din poziţia în care se afla.

Tocmai în timpul uneia din observaţiile lui atente din luna martie 1781, Herschel a făcut celebra descoperire a unei noi planete situată mult dincolo de Saturn (cea mai depărtată planetă cunoscută de astronomii vremii). Şi alţi astronomi văzuseră planeta, care curînd a fost botezată Uranus, dar toţi crezuseră că este o stea şi trecuseră grăbiţi peste ea. În timpul căutărilor sale nocturne, Herschel memorase poziţiile a mii de stele şi a recunoscut rapid mica pată de lumină ca fiind o „rătăcitoare", într-un loc unde nu avea ce să caute nici o stea. Era o cometă sau o planetă? Raportînd descoperirea astronomului regal din vremea aceea, Herschel a aşteptat răspunsul acestuia. E o planetă, a afirmat astronomul regal după ce i-a

calculat orbita, categoric o planetă, şi atît de depărtată încît a modificat dimensiunea Sistemului Solar cunoscut la o mărime dublă faţă de ceea ce credea toată lumea. William Herschel a devenit celebru peste noapte.

Curios, după Newton, astronomia a devenit o ocupaţie destul de neinteresantă în ochii multora. În definitiv, Newton explicase totul şi se cunoştea cam tot ce era de cunoscut. Teoreticienii îşi elaborau filozofiile de fotoliu, dar cea mai mare parte dintre ei erau destul de greu de luat în serios (în cazul fericit în care omul de rînd auzise măcar de ei), iar astronomii practicanţi erau ocupaţi cu catalogările şi calculele. Cînd şi cînd se anunţau noi stele, dar pentru marea majoritate a oamenilor, ei bine, o stea era o stea. Ei, dar o nouă planetă – asta era cu totul altceva, ceva necunoscut pînă atunci şi mai aproape de casă, ceva pe care omul de rînd chiar şi-l putea imagina. Şi, chiar mai interesant, poate că mai erau şi altele de descoperit în Sistemul Solar. Poate că, pînă la urmă, savanţii ăştia nu ştiau chiar tot ce se putea şti.

Muzicianul şi astronomul amator făcuse ca astronomia să redevină interesantă. Totuşi, această nouă situaţie l-a copleşit pe Herschel. Numit membru al Societăţii Regale, el a fost invitat la dineuri, sărbătorit şi în cele din urmă numit astronom de curte al regelui George al III-lea. Această ultimă distincţie a avut un important efect negativ, după cum Caroline avea să-şi dea seama curînd. O dată cu ea venea o pensie care trebuia să-i permită fratelui ei să renunţe la postul de muzician şi să se dedice în întregime activităţii de astronom. Din păcate, pensia era considerabil mai mică decît veniturile obţinute ca muzician. Totuşi, aşa cum a subliniat Herschel, nu se cădea să refuzi o însărcinare din partea

regelui. Pur şi simplu trebuia găsite alte mijloace pentru întregirea veniturilor. Cei doi fraţi erau desăvîrşiţi constructori de telescoape, unii susţinînd chiar că telescoapele lor erau cele mai bune din lume. Pentru a obţine venituri suplimentare, William şi Caroline vor construi şi vor vinde excelentele lor instrumente.

Între timp, avînd acum mai mult timp pentru noua sa profesie, William s-a putut dedica construirii acelor instrumente uriaşe şi minunate la care visase dintotdeauna, instrumente care să-i permită să cerceteze profunzimile spaţiului cosmic. „Am privit mai departe în spaţiu decît a reuşit vreo altă fiinţă omenească înaintea mea", scria el. Uranus fusese pentru el o măreaţă realizare. În 1787 a mai descoperit Titania şi Oberon, doi dintre sateliţii lui Uranus şi, înainte de a termina, alţi doi sateliţi din preajma lui Saturn. Dar prima dragoste a lui Herschel rămăsese tărîmul stelelor – şi marile telescoape care-i permiteau să-i cerceteze profunzimile.

Nu toate telescoapele sale au fost nişte reuşite. Un astfel de „monstru" s-a prăbuşit sub propria greutate cînd Herschel s-a suit pe cadrul de susţinere al acestuia. Un altul, conceput în jurul unei oglinzi cu diametrul de 3 picioare (aproximativ 91 cm), trebuia să folosească „o enormă cantitate de bălegar de cal" (cernută şi mărunţită de mereu entuziasta Caroline) pentru matriţa oglinzii. În ziua turnării, tiparul supraîncălzit a crăpat, făcînd ca metalul topit să curgă în cascade pe podea şi să transforme locul într-un mic Vezuviu urît mirositor, în vreme ce Caroline şi Herschel s-au grăbit să-şi ia tălpăşiţa.

Deşi unora li s-a părut că fraţii Herschel îşi petreceau cea mai mare parte a timpului construind telescoape, ei au reuşit să-şi rezerve un timp mai mult decît suficient pentru observaţii. Şi, cînd William s-a căsătorit cu o femeie înstărită

în 1788, ei au putut să renunțe la fabricarea telescoapelor pentru vînzare și să se dedice propriilor instrumente și observații.

Edmund Halley demonstrase că stelele nu sunt „fixe", ci au o „mișcare proprie" pe cer. În 1783, Herschel a făcut prima sa „descoperire stelară" importantă, cînd observațiile lui au dovedit că și Soarele se afla în mișcare prin spațiu. Propriul nostru Sistem Solar se mișca în totalitate. Soarele, planetele și sateliții acestora nu numai că își execută dansul lor complicat unele față de altele, dar însuși ringul de dans se află în mișcare, întregul sistem deplasîndu-se prin spațiul cosmic. Nu numai că Soarele și-a pierdut postura de centru staționar al universului, dar acum se părea că nici Sistemul Solar nu putea aspira la aceasta. Încă o dată, omenirea descoperea că nu deținea nici un fel de poziție privilegiată în univers, ci locuiește un glob care nu este decît un mărunt participant la un mare dans cosmic. Din ce în ce mai mult devenea evident pentru gînditorii secolului al XVIII-lea că întregul univers era un nesfîrșit dans al mișcării.

Nu numai că totul se afla în mișcare, dar din toate exista mai mult decît și-ar fi putut închipui cineva.

William Herschel fusese întotdeauna atras de misterioasele nebuloase de pe cer și de supozițiile unor gînditori potrivit cărora acestea erau uriașe aglomerări stelare prea depărtate pentru a fi văzute clar. Ajutat de telescoapele sale mai mari și mai precise, el a reușit să rezolve multe dintre aceste mistere, dovedind o dată pentru totdeauna că, într-adevăr, acestea erau vaste colecții de stele, sau galaxii. Prima sa concluzie, cum că toate nebuloasele sînt galaxii de stele, s-a dovedit ulterior incorectă, atunci cînd multe asemenea nebuloase refuzau să se descompună într-o etalare limpede de

Caroline Herschel, care a descoperit independent opt comete, a trăit pînă la vîrsta de 98 de ani şi şi-a dedicat întreaga viaţă astronomiei.

stele, dar multe dintre acestea erau, bănuia el, nori uriaşi alcătuiţi dintr-un fel de „fluid luminos", care era „materialul haotic al viitorilor sori".

Într-o serie de lungi observaţii asupra aşa-numitelor stele duble, făcute împreună cu Caroline în anii 1780–1790, el a mai demonstrat că legile lui Newton erau într-adevăr universale. Observaţiile sale atente au demonstrat, de asemenea, că multe dintre stelele duble nu erau doar perechi, dar erau atît de relativ apropiate una faţă de cealaltă încît erau încleştate de gravitaţie într-un dans orbital reciproc. A fost

încă o dovadă că valabilitatea legilor lui Newton se extindea mult dincolo de Sistemul Solar, în întreaga imensitate a spațiului cosmic.

William Herschel a fost onorat cu titlul de cavaler în 1816, și a continuat observațiile pînă aproape de momentul morții sale, survenită la vîrsta de 84 de ani, în 1822. Mai mult decît oricare alt astronom din perioada iluminismului, el a adus astronomia în era modernă. Observațiile sale telescopice au conferit valoare de realitate speculațiilor acelor gînditori ai Epocii Rațiunii care începeau să vadă și să înțeleagă locul omenirii în univers – și anume că noi, cei de pe mărunta planetă Pămînt, sîntem doar o mică părticică a unui vast cosmos înțesat de stele și galaxii.

Pentru mulți, înțelegerea acestui adevăr era înfricoșătoare. Omenirea și Pămîntul păreau să devină tot mai lipsite de importanță în ochii științei, nemaifiind creațiile unice și privilegiate ale lui Dumnezeu. Pentru alții, totuși, se deschidea o nouă lume a cunoașterii. Pe măsură ce Halley, Herschel și alți astronomi observaționali începeau să arate anume ce era, gînditori precum Kant, Laplace și alții încercau să înțeleagă cum, dată fiind natura aparent mecanicistă a universului, devenea totul. Cum de se potriveau toate piesele pentru a alcătui un întreg? Dacă universul era plin cu galaxii, prin ce proces se formaseră galaxiile? Cum s-au format stelele și planetele? Cum a ajuns universul însuși să existe? A avut el un început? Va avea el un sfîrșit? Acestea erau întrebări mari care necesitau ani mulți fie și numai pentru elaborarea unor teorii asupra lor. Mai trebuia aflate multe alte lucruri și trebuia puse la punct multe instrumente și tehnici noi. Și multă fizică fundamentală rămînea de înțeles. Ce era această misterioasă „gravitație" care „controla" atît de multe? Ce era lumina? Ce era căldura? Cum „străluceau" stelele?

Era o agendă de lucru dificilă şi complexă – una care avea să ţină ocupaţi oamenii de ştiinţă vreme de secole. Era prima oară după perioada grecilor antici cînd oamenii îşi asumau sarcina de a explica atît de multe lucruri. În definitiv, Newton le dăduse cheia. A fost în acelaşi timp gloria şi trufia gînditorilor secolului al XVIII-lea faptul că ei au fost încredinţaţi că, cu ajutorul acestei chei, vor putea să „descuie" rapid toate misterele naturii.

CAPITOLUL 3

REDESCOPERIREA PĂMÎNTULUI: ROCI, ERE ŞI NAŞTEREA UNEI NOI GEOLOGII

În vreme ce astronomii secolului al XVIII-lea continuau să se concentreze asupra spaţiilor îndepărtate ale cosmosului şi a fascinantului tărîm al Sistemului Solar, un alt grup de gînditori a început să-şi îndrepte atenţia asupra istoriei Pămîntului însuşi şi asupra originii sale. Dacă cosmosul putea fi înţeles ca un vast mecanism de ceasornic care funcţionează în conformitate cu legile newtoniene, exista oare şi un mecanism care să explice diferitele înfăţişări ale Pămîntului? De ce existau uscaturi şi mări? Munţi şi văi? Diferite feluri de stînci? Ce erau acele forme stranii în unele roci care arătau ca nişte creaturi sau obiecte înglobate?

Filozofii Greciei antice emiseseră diferite supoziţii despre felul cum s-ar fi putut forma multe din caracteristicile Terrei. Thales din Milet (cca 624–cca546 î.Hr.) a observat puterea violentă a valurilor care se spărgeau de ţărm şi forţa mai puţin spectaculoasă, dar nu mai puţin tenace a rîurilor sinuoase care erodau albiile prin care curgeau. Este evident, spunea Thales, că apa are o importanţă covîrşitoare prin

capacitatea sa de a modifica formele terestre. De fapt, apa era atît de importantă pentru gîndirea lui Thales încît el o considera originea tuturor celor existente pe Pămînt, atît cele animate (vii), cît şi cele neanimate (nevii). Pămîntul însuşi, mai spunea el, putea fi văzut ca o corabie care pluteşte pe un ocean gigantic, iar valurile sau agitaţia care se produceau în acel ocean ar putea fi cauza cutremurelor, cînd planeta noastră se leagănă în mediul ei înconjurător. Deşi multe dintre ideile lui Thales şi ale altor gînditori greci pot părea uimitor de naive astăzi, faptul că el a înţeles puterea apei ca forţă fundamentală care ajută la sculptarea şi modelarea suprafeţei terestre a reprezentat o importantă observaţie. Speculaţiile lui Thales erau, desigur, doar... speculaţii. Marii gînditori ai Greciei antice erau filozofi, nu oameni de ştiinţă. Şi deoarece grecii antici nu doreau deloc şi nici nu şi-au propus să-şi „demonstreze" ştiinţific ideile, nu exista nici o metodă prin care o speculaţie să fie considerată mai corectă decît alta. Oricine avea drept la opinie, cu condiţia ca credibilitatea sa intelectuală să fie în ordine. Atîta timp cît ideile aveau coerenţă internă (adică, dacă toate părţile unui anumit sistem păreau să se potrivească între ele, fără ca vreuna din părţi să o contrazică pe cealaltă), atunci nu mai rămînea decît să-ţi dai obolul şi să alegi ce-ţi poftеşte inima.

Cînd puterea intelectuală, comercială şi politică a lumii s-a transferat la Roma, cam prin anul 100 î.Hr., romanii abandonaseră cu totul mare parte din aceste speculaţii. Mai degrabă pragmatici decît filozofi, romanii din antichitate preferau să-şi petreacă timpul gîndindu-se la cele mai bune modalităţi de a construi drumuri, poduri, tunele şi apeducte pentru a extinde puterea şi prestigiul lumii romane. Pentru romani era un exerciţiu inutil să-şi facă griji despre felul cum au ajuns munţii unde au ajuns, fiind mult mai important şi

mai incitant să descopere cum să construiască drumuri care să străbată sau să ocolească acei munți.

După căderea Romei, cînd cea mai mare parte a activității intelectuale din lumea occidentală s-a restrîns în cadrul mănăstirilor, o mare parte din lumina intelectuală s-a mutat spre Orient. Totuși, chiar și arabii, care au preluat, au păstrat și au extins multe din învățăturile grecilor, au arătat puțin interes pentru ceea ce numim astăzi geologie. Marele filozof arab Avicenna (980–1037) a încercat să conceapă un sistem rudimentar, preluînd și îmbunătățind unele idei de la grecii antici, dar majoritatea explicațiilor lui lăsau nerezolvate multe probleme.

Pe măsură ce lumina învățăturii începea să revină în Europa Occidentală în timpul Renașterii (care a început pe la mijlocul secolului al XIV-lea), studiul geologiei a continuat să ocupe un loc codaș pe lista priorităților intelectuale. Genialul Leonardo da Vinci, pe care îl interesa totul, și-a exprimat poziția despre acest subiect cam prin 1508. Inspirat de unele idei ale lui Avicenna, inclusiv aceea că munții fuseseră creați prin eroziunea ținuturilor înalte, Leonardo a mai sugerat că rîurile sînt alimentate de apa ploilor și de zăpezile topite și că interesantele și misterioasele fosile care se găsiseră în nordul Italiei erau rămășițe ale unor vietăți marine ce trăiseră cîndva și care muriseră cînd uscatul a fost acoperit de apă sărată. În cea mai mare parte, însă, ideile lui Leonardo despre geologie au adus puține lucruri în plus față de gîndirea arabă sau a Greciei antice.

Imaginea de ansamblu era și mai complicată din cauza prezenței Bisericii creștine, care aproape de una singură a menținut aprinsă lumina firavă a civilizației în perioada Evului Mediu, dar care în cursul acestui proces devenise o forță

copleşitoare, hotărîtă şi autoritară. În vreme ce anticii nu manifestaseră decît un interes trecător faţă de problemele geologiei, ei nu au intrat în nici un fel de opoziţie oficială atunci cînd s-au aventurat în speculaţii pe marginea subiectului. Dacă au rămas relativ tăcuţi sau le-a lipsit profunzimea, asta s-a datorat numai propriei lor lipse de interes sau de disciplină, şi nu amestecului autorităţilor oficiale.

O dată cu creşterea puterii Bisericii creştine, multe lucruri s-au schimbat. În secolul al XVII-lea, Galilei a provocat furia Bisericii atunci cînd observaţiile sale astronomice l-au condus la concluzia că Soarele şi nu Pămîntul se află în centrul Sistemului Solar. Ideea intra în conflict direct cu doctrina religioasă oficială, bazată pe cuvîntul Bibliei şi sistemul astronomic lăsat moştenire de Ptolemeu. Pentru Biserică, cuvîntul revelat al Domnului era sacru, iar Biblia constituia autoritatea supremă în toate problemele. Acolo, în relatările dedicate Genezei şi marii catastrofe a Potopului lui Noe, era cuprinsă istoria Pămîntului.

Vîrsta Pămîntului, calculată în 1654 de prelatul irlandez James Ussher (1581–1656), care a pornit de la cronologia biblică, a stabilit ca primă zi a existenţei Pămîntului data de 26 octombrie 4004 î.Hr., cam pe la ora 9:00 dimineaţa. Întreaga creaţie, aşa cum stabilea Biblia, durase o săptămînă. Calculele lui Ussher au fost bine primite la vremea aceea, întrucît majoritatea teologilor erau de acord că Pămîntul nu putea avea o vechime mai mică de cinci sau mai mare de şase mii de ani. Acesta era curentul împotriva căruia aveau de luptat primii cercetători ai Pămîntului.

Una dintre probleme, firește, aşa cum orice observator atent poate vedea, era că Pămîntul apărea mult mai bătrîn decît cele cîteva mii de ani atribuite existenţei sale. Oricine

se uita la suprafaţa neregulată şi erodată de intemperii, la munţii gigantici, la stîncile abrupte şi la văile sale adînci, peste tot găsea dovada că planeta avusese mult de suferit şi că trecuse prin multe schimbări. De fapt, era un lucru general acceptat de către teologi că Pămîntul se afla într-un declin serios şi că probabil nu avea să mai dureze mult. Şi atunci, cum de se schimbase atît de mult într-o perioadă atît de scurtă de timp?

O altă problemă era prezenţa fosilelor încrustate în stînci. Deşi acestea erau cunoscute de pe vremea grecilor antici, existenţa lor nu încetase să fie tulburătoare. În ultimii ani ai secolului al XVII-lea, mulţi gînditori serioşi au ajuns să accepte fosilele ca reminiscenţe organice ale unor creaturi vii. Dar, aşa cum vom vedea pe parcursul acestei cărţi, mulţi alţii au rămas fideli unor viziuni mai mistice sau platonice.

Cele două categorii, formaţiunile şi fosilele, intim legate între ele, au reprezentat obiectivul principal al cercetărilor geologice din secolele al XVII-lea şi al XVIII-lea.

FOSILELE LUI STENO

Primul mare gînditor care a examinat serios cele două probleme majore a fost danezul din secolul al XVII-lea, Niels Steensen (1638–1686), mai bine cunoscut astăzi sub numele de Nicolaus Steno. Născut la Copenhaga, Steno era fiul unui aurar bogat. S-a pregătit în domeniul medicinei, aşa cum au procedat mulţi dintre primii oameni de ştiinţă, şi a avut şansa să fie numit medic personal al Marelui Duce de Toscana. Avînd puţine griji, ducele fiind şi bogat, şi sănătos, Steno dispunea de suficient timp pentru a-şi vedea de lucrurile care-l interesau. Iar unul dintre ele erau fosilele. În timp ce diseca rechini, Steno le-a comparat dinţii cu aşa-numitele

„pietre-limbă", despre care anticii credeau că pică din cer. După ce s-a convins că pietrele cu pricina erau de fapt dinți de rechin pietrificați, Steno a devenit un avid colecționar de fosile, vizitînd cariere de piatră și examinînd diverse formațiuni de roci.

Studiile sale atente l-au convins pe Steno de adevărul afirmației antice potrivit căreia fosilele sînt resturi ale unor creaturi vii păstrate în roci care, cîndva, s-au aflat pe funduri de mare. În 1669 și-a publicat argumentele într-o carte cu titlul neobișnuit *Introducere la o dizertație privind un corp solid inclus natural într-un alt solid.* Rocile care conțin fosile, spunea Steno, provin din depunerile apelor noroioase, atît sărate, cît și dulci. Steno a argumentat că unele dintre aceste fosile, cum ar fi cele de rechini și de scoici marine, sînt evident de origine marină, astfel încît mările sărate trebuie să fi acoperit cîndva toate locurile în care el însuși le-a descoperit. Altele, a mai subliniat el, reprezintă creaturile care au trăit în ape dulci și probabil au fost purtate pînă la locul respectiv de către potopul lui Noe, despre care se credea că s-ar fi produs cam cu 4000 de ani înainte de vremea lui Steno. Oasele mari și dinții care s-au găsit erau cel mai probabil reminiscențele unor creaturi mult mai recente, cum ar fi elefanții folosiți pentru transport de armata lui Hannibal în războiul împotriva Romei în anul 218 î.Hr.

El a mai sugerat o modalitate logică prin care straturile gigantice de roci formate din depunerile subacvatice s-ar putea prăbuși, creînd în felul acesta munții și văile. Tot el a mai spus că nu toți munții au fost creați în felul acesta. Unii erau evident de natură vulcanică, ejectînd cenușă și roci provenite din focurile care ard la mari adîncimi în pămînt, iar altele au fost modelate de apele curgătoare printr-un proces

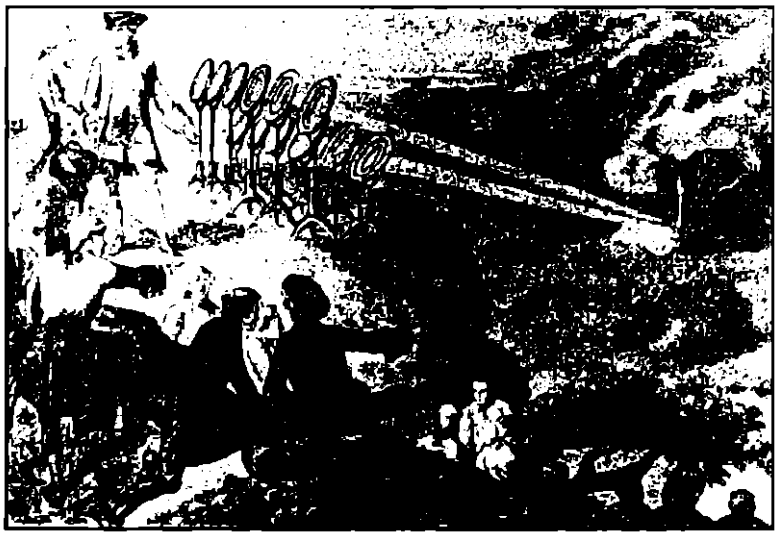
identic cu cel în urma căruia torenţii iuţi formează cheile stîncoase.

Steno a mai propus unele teorii despre istoria geologică a Toscanei care, presupunea el, era aplicabilă întregului glob terestru. Una peste alta, chiar dacă era imperfectă, era o întreprindere impresionantă, dar Steno, un luteran extrem de evlavios, nu a dus-o pînă la capăt. Un om cu veşnice şi profunde probleme psihice, se pare că a suferit o intensă criză spirituală. Pierzîndu-şi cu totul interesul pentru geologie, el s-a convertit la catolicism şi şi-a petrecut ultimele zile trăind într-o permanentă şi aspră penitenţă ca preot în Germania.

Este greu de apreciat efortul intelectual eroic al lui Steno dacă îl rupem de contextul vremii sale. Puţini alţii, printre care omniprezentul membru al Societăţii Regale, Robert Hooke, au mai încercat să elaboreze teorii raţionale similare. Dar cele mai multe dintre speculaţiile de la sfîrşitul secolului al XVII-lea despre crearea şi formarea Pămîntului, unele dintre ele dăinuind chiar şi în secolul al XVIII-lea, fie au rămas profund religioase, fie au reprezentat tentative stîngace de combinare a versiunii religioase cu noile idei ştiinţifice. Totuşi, una dintre cele mai remarcabile este teoria susţinută de Georges Louis Leclerc, conte de Buffon (1707–1788), a cărui activitate prodigioasă în domeniul ştiinţelor naturale va fi tratată şi în partea a doua a acestei cărţi.

BUFFON TESTEAZĂ VÎRSTA PĂMÎNTULUI

Naturalist prin excelenţă, Buffon a simţit că vasta lui lucrare *Histoire naturelle* („Istoria naturală"), publicată în 44 de volume începînd din anul 1749, ar trebui să înceapă cu... începutul. „Istoria generală a Pămîntului", scria el, „trebuie să preceadă istoria a ceea ce a produs acesta." Majori-



Buffon, cunoscut pentru marile sale realizări ca scriitor şi popularizator în domeniul ştiinţelor vieţii, a manifestat preocupări suficient de diverse pentru a cuprinde şi originea Pămîntului precum şi numeroase alte probleme ştiinţifice. În cadrul unui experiment, el a utilizat lentile multiple pentru a verifica afirmaţia conform căreia Arhimede ar fi incendiat flota romanilor concentrînd razele solare asupra corăbiilor. Buffon a reuşit să incendieze obiecte aflate la o depărtare de 50–70 metri, ceea ce l-a dus la concluzia că relatarea putea fi adevărată.

tatea ideilor sale nu erau decît reformulări ale ideilor predominante ale vremii. Dar cercetările lui asupra formei Pămîntului au provocat un şoc în minţile conservatoare ale contemporanilor săi francezi.

„De fapt", scria el, „pare sigur că Pămîntul, acum uscat şi locuit, s-a aflat înainte sub apele mărilor. Aceste ape se ridicau pînă peste culmile celor mai înalţi munţi, dat fiind că descoperim pe aceşti munţi, chiar şi pe piscurile lor, resturi

de vietăţi marine şi cochilii de scoici care seamănă cu cele ce trăiesc acum. Nu ne putem îndoi de perfecta lor asemănare sau de identitatea speciilor lor." Multe dintre ideile lui Buffon erau (după cum ştim azi) incorecte. Şi multe altele nu au fost nici noi, nici originale. Dar asamblate într-un întreg (fie şi foarte general), ele au fost extrem de stimulatoare pentru gînditorii secolului al XVIII-lea care, asemenea lui Buffon, încercau să ofere răspunsuri noi şi raţionale la vechile întrebări despre univers.

Preluînd o idee de la filozoful Leibniz, Buffon susţinea că Pămîntul a fost creat atunci cînd o cometă s-a ciocnit cu Soarele topit şi a rupt o bucată din acesta. A făcut cîteva experienţe cu bile de fier pe care le-a încălzit, măsurînd viteza cu care acestea se răceau. Pornind de la aceste rezultate, el a estimat timpul în care o sferă similară, de dimensiunile Pămîntului, s-ar fi răcit. Pe baza timpului de răcire astfel obţinut, a conchis că Pămîntul era şi el foarte bătrîn. A propus o vîrstă cuprinsă între 75 000 şi 100 000 de ani. Desigur, dovezi mai recente indică o vîrstă apropiată de 4,6 milioane de ani, dar estimarea lui Buffon era cu un ordin de mărime mai mare decît cei 6000 de ani calculaţi de James Ussher în 1654. Cîţiva ani mai tîrziu, James Hutton, despre care vom mai discuta în acest capitol, va ajunge la o concluzie similară despre vîrsta înaintată a Pămîntului (şi el o va subestima, totuşi). Dar Buffon a fost primul care a cîştigat o largă audienţă pentru această idee. Abil din punct de vedere politic, Buffon a evitat conflictele majore cu Biserica în legătură cu ideile sale, propunîndu-şi lucrarea numai ca o ipoteză şi reuşind să păstreze o legătură religioasă în lanţul evenimentelor propuse de el.

Conform ipotezei lui Buffon, Pământul trecuse printr-o perioadă alcătuită din şapte epoci lungi, ceea ce coincidea într-un mod fericit cu cele şapte zile ale Creaţiei pomenite în Biblie. După epoca iniţială – naşterea sa, provocată de coliziunea unei comete cu Soarele –, Pământul a continuat să se rotească şi să se răcească vreme de vreo 3000 de ani, timp în care a luat forma unui sferoid. A doua epocă a găsit Pământul într-un proces de congelare şi de solidificare. Potrivit calculelor lui Buffon, acest proces a durat circa 30 000 de ani. În timpul celei de-a treia epoci, vaporii proveniţi de la gazele care înconjurau Pământul au format un ocean universal gigantic, care l-a acoperit. În timpul acestei perioade, a explicat el, acţiunea mareelor a început să modeleze dezvoltarea Pământului şi a distribuit vietăţile marine (originile fosilelor) pe toată suprafaţa globului. După calculele lui Buffon, acest proces a durat circa 25 000 de ani. Activitatea vulcanică a dominat cea de-a patra perioadă, iar oceanul a început să se retragă pe parcursul următorilor 10 000 de ani, lăsînd resturile multor vietăţi marine pe zonele de uscat mai înalte. Apoi, pe măsură ce porţiuni de uscat rămîneau la suprafaţă, a început să crească vegetaţia. După care, în timpul celei de-a cincea perioade, au început să apară primele animale de uscat. În cea de-a şasea epocă, suprafaţa de uscat a continuat să crească, mari continente separîndu-se unele de altele, deplasîndu-se în derivă timp de aproape 5000 de ani, pînă cînd au ajuns la forma lor actuală. În sfîrşit, în a şaptea epocă, proclama Buffon, oamenii au apărut pe Pământ pentru a culege roadele a tot ceea ce s-a întîmplat pînă la ei.

A fost un exemplu curajos, limpede şi compact de teorie speculativă, pe de altă parte oferind numeroase motive de atractivitate – mai ales că reuşea să explice multe mistere,

cum ar fi fosilele marine descoperite pe terenurile înalte şi pe vîrfuri de munţi.

Totuşi, în scrierea operei sale, Buffon a încercat să evite majoritatea conflictelor dintre religie şi ştiinţă, iar un progres adevărat în geologie nu s-a înregistrat decît atunci cînd, eliberaţi de ideile gînditorilor iluminişti, oamenii de ştiinţă au renunţat complet la viziunea tradiţională şi au început să urmeze indicaţiile oferite de rocile şi formaţiunile geologice observate.

Pe măsură ce tot mai mulţi cercetători au început să exploreze domeniul, a devenit repede evident că anumite tipuri de roci, cele denumite *sedimentare*, s-au depus în straturi paralele şi s-au format din materiale depozitate sub apă. Prezenţa vietăţilor marine fosilizate încastrate în aceste roci a ajutat la confirmarea acestei idei, dar rămînea o problemă tulburătoare. Multe roci stratificate au fost descoperite chiar şi în cele mai înalte şi mai muntoase regiuni. Era evident că porţiuni vaste din ceea ce acum era teren uscat trebuie să se fi aflat cîndva sub nivelul mării, şi în perioada aceea s-a depozitat materialul care forma acum rocile stratificate. Dar atunci cum a „răsărit" uscatul din apă după ce s-au format rocile? Ca multe alte domenii ştiinţifice din epoca post-newtoniană a iluminismului, primele zile ale geologiei au fost dominate de căutarea mecanismelor.

Două teorii opuse au devenit predominante. Şi, cu toate că în cele din urmă ambele au ieşit din vogă, fiecare a contribuit în felul său la munca de pionierat a lui Charles Lyell (1797–1875), perseverentul geolog scoţian care va pune bazele geologiei moderne în secolul următor şi va oferi nu numai geologilor, dar şi biologilor o cheie pentru înţelegerea istoriei Pămîntului şi a omenirii.

Abraham Gottlob Werner, profesor de mineralogie de la Facultatea de Minerit de la Freiberg, a susţinut teoria neptunismului, conform căreia toate rocile de pe Pământ au fost generate de un proces de sedimentare.

ABRAHAM WERNER ŞI RĂMĂŞIŢELE LUI NEPTUN

Abraham Gottlob Werner, cel mai celebru geolog al vremii, s-a născut în Prusia în 1750. Tatăl lui era inspector într-o mare turnătorie, iar Werner şi-a petrecut cea mai mare parte a tinereţii satisfăcîndu-şi interesul pe care îl avea pentru mine şi minerale. După doi ani (1769–1761) petrecuţi la Academia de Minerit din Freiberg, s-a mutat la Universitatea din Leipzig pentru continuarea studiilor. Student eminent, şi-a desăvîrşit studiile cu îndîrjire, asimilînd tot ce putea găsi referitor la mine, minerale, roci şi mineralogie.

În 1775, a revenit la Academia din Freiberg în calitate de lector. Va rămîne la Freiberg timp de aproape patruzeci

de ani, devenind nu numai cel mai celebru, dar şi cel mai îndrăgit membru al corpului didactic. Fiind un dascăl dinamic şi hamic, căruia îi plăcea să se implice personal, Werner îşi încuraja studenţii să călătorească în regiunile rurale şi să studieze personal rocile şi minele, în loc să se bizuie exclusiv pe părerile altora. Din păcate, a fost întrucîtva dogmatic în privinţa propriilor idei, şi mare parte din cîmpul de lucru al studenţilor săi era din plin îndoctrinat de aceste idei.

Werner susţinea o teorie despre Pămînt care a ajuns să fie cunoscută ca neptunism. Denumirea (derivată de la numele zeului roman al mărilor) reflectă premisa fundamentală a lui Werner: iniţial, Pămîntul a fost acoperit în totalitate de un ocean primordial vast şi noroios. În acest ocean pluteau în suspensie imense cantităţi de materiale care, o dată cu scăderea nivelului apei, s-au cristalizat pe fundul mării ca roci „primare". Aceste roci, explica Werner, au fost formaţiunile universale care au devenit întreaga suprafaţă iniţială a Pămîntului.

Werner n-a încercat să explice de unde provenea oceanul primordial şi nici prin ce mecanism a început acesta să se retragă. Recesiunea oceanului a continuat totuşi, în opinia lui Werner, şi mult mai tîrziu a ieşit la iveală prima porţiune de teren uscat (prima depunere de roci).

Treptat, noi straturi de roci, care nu mai puteau fi considerate ca făcînd parte din formaţiunea iniţială, s-au depus ca materiale cristalizate din ocean, precum şi ca sedimente generate de eroziunea suprafeţei originare a Pămîntului. Pe măsură ce oceanul îşi continua retragerea, apăreau porţiuni şi mai mari de uscat, incluzînd nu doar aceste „roci de tranziţie", dar şi munţi de mari dimensiuni, formaţi din rocile iniţiale (primare) depuse cu multă vreme în urmă.

Apoi, explica în continuare Werner, erodarea masivă a suprafeţei a „măturat" cantităţi imense de sedimente înapoi în ocean, unde s-au depus şi au format straturile de roci „secundare". Furtuni violente şi modificări temporare ale nivelului mării au provocat neregularităţi în depunerile de roci secundare. După care, în timp ce nivelul mării începea

Erupţiile vulcanice din Europa din secolul al XVIII-lea au concentrat atenţia multor geologi asupra căldurii interne a Pământului şi a rolului acesteia în formarea scoarţei terestre.

din nou să scadă, straturile de roci secundare au rămas şi ele expuse, suferind eroziuni, ca să fie depuse apoi în mare unde au devenit cele mai recente formaţiuni aluvionare. Abia de puţină vreme, explica Werner, marea s-a retras îndeajuns ca să ne permită să vedem aceste roci, care nu pot fi găsite decît în regiunile cu nivel foarte scăzut.

Vulcanii, care păreau să-i tulbure atît de mult pe unii dintre contemporanii lui (unii credeau că întreg uscatul ar putea fi de origine vulcanică), avuseseră o importanţă redusă în formarea scoarţei terestre, în viziunea lui Werner. El a explicat că aceştia erau probabil produşi de straturi de cărbuni care ardeau în apropierea scoarţei Pămîntului.

Printre cei preocupaţi de vulcani (fără să adere la ideea că tot uscatul era de origine vulcanică) s-a numărat şi James Hutton, contemporan cu Werner şi mai în vîrstă decît acesta. Deşi şi-a prezentat ideile despre formarea suprafeţei Pămîntului abia în 1788, viziunea lui Hutton, care a ajuns să fie cunoscută ca plutonism, a generat cea mai mare controversă geologică din a doua jumătate a secolului al XVIII-lea.

JAMES HUTTON ŞI PLUTO

Născut la Edinburgh în 1726, James Hutton era un scoţian pragmatic care, după ce şi-a terminat „ucenicia" în drept, a obţinut licenţa în medicină de la Universitatea din Leyda în 1749. Nu a practicat niciodată medicina, îndreptîndu-şi atenţia, în schimb, către agricultură. Apoi, după o scurtă perioadă petrecută ca fermier, a deschis o fabrică pentru producerea de clorură de amoniu, de pe urma căreia a cîştigat mari sume de bani. După aceasta s-a retras din afaceri pentru a se dedica studiului geologiei. Drumul parcurs astfel n-a fost chiar floare la ureche, după cum pare. Interesul său

inițial pentru chimie l-a condus către medicină, iar de aici a trecut la mineralogie, cînd a început să studieze roci și mostre de sol de pe ferma sa.

Noua și, la acea dată, controversata teorie a lui Hutton a fost prima oară publicată în revista *Transactions* a Societății Regale din Edinburgh în 1788, deși el lucra la ea de 20 de ani. Hutton a contrazis observațiile lui Werner conform cărora rocile sedimentare au fost depuse sub apă, dar s-a opus afirmației că întreg materialul care forma acele roci ar fi fost cîndva suspendat într-un vast ocean primordial care acoperea Pămîntul în totalitate.

Prin teoria sa, bazată pe observații și raționamente sistematice, Hutton nu propunea doar o alternativă la neptunism, dar a formulat și un principiu important, pentru care este adesea considerat fondatorul geologiei. Principiul, cunoscut sub denumirea de „actualism", propune ideea că suprafața terestră s-a format prin acțiunea unor forțe – vulcanice sau de eroziune – care continuă să fie active și în zilele noastre și pot fi observate și acum. El este strîns legat de un alt principiu, numit „uniformitarism", dezvoltat în secolul următor de către Lyell, care combină actualismul cu cîțiva alți factori pentru a forma multe dintre premisele fundamentale pe care se bazează geologia modernă.

Werner a refuzat să facă speculații în legătură cu originea Pămîntului și oceanul primordial (deși mulți alții, printre care și Buffon, făceau asta). Teoria sa nu făcea decît să-și însușească ideea că oceanul primordial a existat, iar condițiile au fost cîndva foarte diferite de cele care acționează astăzi.

Hutton a admis (pornind probabil de la convingerile lui religioase) că atît uscatul cît și marea au apărut aproape simultan, sugerînd că noi nu am putea să înțelegem decît

dovezile care ne sînt prezentate despre procesul „continuu" prin care trece Pămîntul şi să-l vedem ca pe un ciclu nedefinit, „fără nici un vestigiu al începutului şi nici o perspectivă a sfîrşitului".

Suprafaţa Pămîntului, explica el, este erodată lent de vînt, ploi şi ger. Resturile sînt purtate apoi de fluvii şi rîuri spre mări, iar acolo sînt depozitate pe fund.

Pe fundul mării, presiunea şi căldura din interiorul Pămîntului „coc" straturile transformîndu-le în roci sedimentare. Straturi de roci diferite se pot forma în funcţie de natura eroziunii solului. Mai tîrziu, presiunea ascensională exercitată asupra fundului mării îl ridică printr-o serie de cutremure pînă cînd roca sedimentară este expusă ca masă de uscat. Mare parte din aceste roci, continuă Hutton, ar fi putut fi deformate în decursul acestui proces lung şi lent, iar crăpăturile din ele ar fi putut permite rocii topite din adîncul Pămîntului să se strecoare în sus, unde, ajungînd la suprafaţă, ar fi putut forma vulcanii. Rocile eruptive, formate sub acţiunea căldurii intense, s-ar fi putut strecura de asemenea în straturile de roci sedimentare. Acolo ar fi fost supuse unui proces lent de răcire şi ar fi format roci cristaline de tipul granitului. Între timp, procesul constant de eroziune continuă şi începe să acţioneze deja asupra nou formatei suprafeţe de uscat. În vreme ce eroziunea distruge o parte din roca sedimentară şi expune granitul, noi straturi de rocă sedimentară continuă să se formeze pe fundul mării. Această rocă poate fi şi ea împinsă la suprafaţă de către presiunea şi mişcările din interiorul Pămîntului, continuînd procesul ciclic, un proces care se desfăşoară şi astăzi.

Hutton n-a observat doar că acest proces era mecanic, dar a înţeles că modificările sesizate în prezent pot explica,

de-a lungul unei lungi perioade de timp, formele observate ale scoarței terestre – principiul care a devenit cunoscut ca actualism. Hutton a sugerat că aceste cicluri lungi ar fi operat în aceeași manieră lentă de-a lungul întregii istorii a Pământului. Și a mai văzut că istoria Pământului trebuie să fie foarte lungă – mult mai lungă decît bănuiseră majoritatea oamenilor de știință – și că Pământul are, prin urmare, o vîrstă mult mai mare decît ar crede cineva.

În 1795, Hutton a extins și și-a publicat teoria într-o carte în două volume intitulată *Theory of the Earth* („Teoria Pământului"). Puținii oameni care au reușit să o citească (Hutton avea un stil îngrozitor) au considerat-o totodată discutabilă. Adepții lui Werner au luat-o drept un atac la adresa neptunismului lui Werner, în vreme ce teologii conservatori au văzut în ea un atac la relatarea creației așa cum este ea înfățișată în Biblie. Totuși, plutonismul lui Hutton (numele teoriei vine de la zeul lumii subterane, dat fiind că mare parte din energia necesară susținerii acestor schimbări ciclice provine din căldura internă a Pământului) a făcut cîțiva adepți devotați. Lor li s-au adăugat cîțiva discipoli în 1802, cînd John Playfair a lămurit multe din neclaritățile prozei lui Hutton și a prezentat teoriile lui într-o formă mult mai accesibilă în cartea *Illustrations of the Huttonian Theory* („Ilustrări ale teoriei lui Hutton").

Ar fi fost prea frumos să spunem aici că Hutton a avut dreptate și că teoria sa a cîștigat confruntarea. Dar nici istoria, nici știința nu sînt atît de simple. Deși premisa fundamentală a lui Hutton – și anume că schimbările geologice ale Pământului sînt uniforme și ciclice, și funcționează de-a lungul unor lungi perioade de timp – a fost în esență corectă, explicațiile oferite de el pentru mecanismul schimbării au

fost eronate. În secolul al XIX-lea, Charles Lyell va prelua principiile uniformiste ale lui Hutton şi le va asambla altfel pentru a oferi lumii o imagine mai apropiată de adevăr.

CUVIER ŞI CATASTROFISMUL

Controversa neptunism-plutonism a dominat geologia în cea mai mare parte a sfîrşitului secolului al XVIII-lea. Iar amestecul în dispută al celebrului zoolog francez Georges Cuvier nu a avut darul să liniştească spiritele. Cuvier (1769–1832), despre care vom discuta mai tîrziu, a fost unul dintre cei mai influenţi oameni de ştiinţă ai vremii sale. Strălucit, oportunist şi convins de justeţea propriilor sale opinii, Cuvier a făcut studii extinse asupra fosilelor şi a ajuns la concluzia că existenţa lor nu poate fi explicată decît dacă planeta ar fi fost supusă la un şir de potopuri de mare amploare de-a lungul istoriei sale. Fiecare dintre aceste multe diluvii, argumenta Cuvier, a distrus toate vietăţile de pe Terra, lăsînd în urmă doar fosilele. Iar după fiecare potop, viaţa a fost creată din nou. Viziunea a fost îmbrăţişată de mulţi gînditori religioşi, mai ales că zoologul francez susţinea că ultima mare catastrofă (ulterior teoria sa a fost denumită catastrofism) a fost potopul descris în Geneză. Cuvier a mai explicat că, în timpul acelei catastrofe, Dumnezeu a intervenit, aşa cum relatează Biblia în povestea lui Noe, permiţînd unor vietăţi să supravieţuiască. Este evident, a decretat Cuvier şi mulţi au fost cei care i-au dat crezare, că Pămîntul nu a suferit un proces continuu de schimbare lentă şi treptată, aşa cum susţinea Hutton, ci a fost produsul unei serii de calamităţi violente.

Influenţa lui Cuvier era atît de mare, încît spectaculoasa sa teorie a catastrofismului a pus curînd în umbră mai puţin incitanta mecanică a „oceanului primordial" susţinută de

Werner şi aproape că a anihilat plutonismul lui Hutton. Şi Werner, şi Hutton erau specialişti, nu generalişti, şi amîndoi au încercat să trateze geologia ca ştiinţă. Amîndoi au propus mecanisme despre care fiecare credea că se potrivesc cu faptele pe care le observaseră (deşi uneori Hutton este acuzat că ar fi fost prea superficial în activitatea de teren). Amîndoi au mers pe nişte căi care s-au dovedit neproductive, chiar dacă actualismul lui Hutton a deschis o direcţie care ulterior se va dovedi fructuoasă. Dar reputaţia prodigioasă a lui Cuvier de metodolog meticulos şi teoretician experimentat a cucerit imaginaţia majorităţii oamenilor de ştiinţă ai vremii. Iar umbra sa gigantică a descurajat întrebările justificate în domeniul geologiei pentru restul secolului al XVIII-lea şi o bună parte din secolul al XIX-lea.

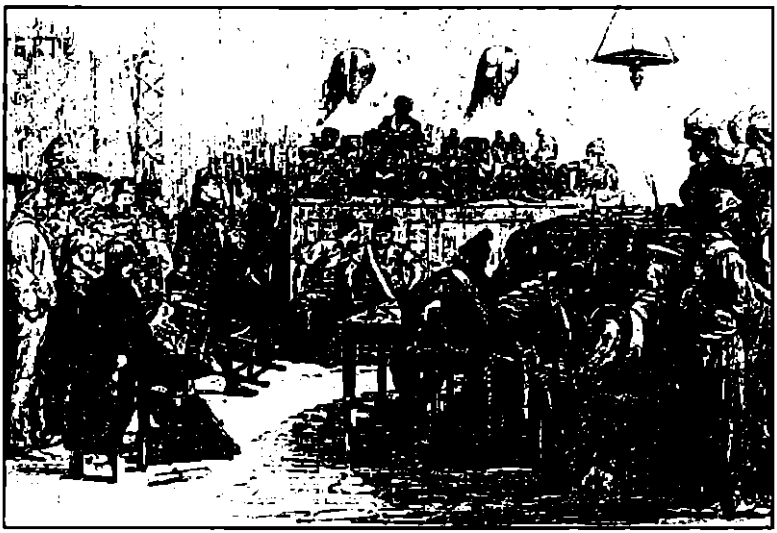
CAPITOLUL 4

CE SE ÎNTÎMPLĂ CÎND LUCRURILE ARD? MOARTEA FLOGISTICULUI ŞI NAŞTEREA CHIMIEI

La 8 mai 1794, cînd în Franţa Domnia Terorii ajunsese la apogeu, Antoine Lavoisier, unul dintre cei mai mari oameni de ştiinţă ai tuturor timpurilor, a fost trimis să-şi împlinească ursita pe eşafodul ghilotinei. Fiind unul dintre vechii colectori de taxe ai guvernului regal, destituiţi, Lavoisier a fost văzut de mulţi ca un inamic public, membru al organizaţiei Fermiers Généraux, care obţinea profituri preluînd o parte din impozitele plătite unui rege nepopular de către populaţia sărăcită şi asuprită. Peste toate cele, Lavoisier se opusese admiterii lui Jean-Paul Marat (jurnalistul care se închipuia a fi om de ştiinţă) în rîndurile Academiei Franceze de Ştiinţe, o atitudine care s-a dovedit ulterior a fi o eroare tactică dezastruoasă, deoarece Marat nu a uitat niciodată votul lui negativ. Cînd Marat a dobîndit puterea în guvernul revoluţionar, a găsit cu cale să se răzbune şi a ordonat ca Lavoisier să fie arestat, judecat şi condamnat. Forţă de primă mînă în Domnia Terorii care scălda străzile Parisului în sînge, Marat a fost el însuşi arestat şi ghilotinat înaintea lui Lavoisier. Dar roţile birocraţiei nu au mai putut fi oprite şi Tribunalul Revoluţionar şi-a dat sentinţa, anunţînd că „Republica nu are nevoie de

savanți", iar executarea lui Lavoisier a avut loc conform programării.

A fost o zi sumbră în istoria științei, deoarece Lavoisier – cu ajutorul altor patru mari chimiști, Scheele, Priestley, Black și Cavendish – începuse în sfîrșit, cu doar cîțiva ani mai devreme, să descîlcească haosul care domnea în chimie încă din antichitate. În plus, cu doar cinci ani mai devreme, Lavoisier adusese revoluția științifică în domeniul chimiei prin lucrarea sa *Traité élémentaire de chimie* („Tratat elementar de chimie"), publicată în 1789. La 51 de ani, el ajunsese la apogeul puterii sale de creație. Așa cum a spus Joseph Louis Lagrange la o zi după execuția lui Lavoisier: „Tăierea acelui cap a luat doar o clipită; probabil că va fi nevoie de încă o sută de ani pentru a produce un altul ca el."



Lavoisier și membrii organizației Fermiers Généraux judecați de către Tribunalul Revoluționar

BUCĂTĂRIE SAU MISTICISM?

„La fel ca şi celelalte ştiinţe, chimia s-a născut din reflecţiile oamenilor inteligenţi cu privire la faptele generale care se produc în timpul practicării diferitelor meşteşuguri ale vieţii de zi cu zi" – îi plăcea chimistului scoţian Joseph Black să spună auditoriului său. Iar chimia – în parte şi pentru că era atît de mult legată de aspectele vieţii cotidiene – a ieşit, dintre toate disciplinele ştiinţifice, cel mai greu din chingile Evului Mediu, debarasîndu-se de vechile concepţii confuze şi pătrunzînd în epoca post-newtoniană. Dezvoltarea liberă a chimiei a avut de suferit, pe de o parte, din cauza stigmatului de a fi prea banală şi prea legată de cotidian (îndeosebi filozofii greci disprețuiau orice disciplină care presupunea folosirea nemijlocită a mîinilor, iar chimia era strîns asociată cu arta culinară, meşteşugurile şi medicina). O altă frînă în dezvoltarea chimiei a fost categorisirea ei drept secret aflat în mîinile alchimiştilor, care încercau transmutarea sau schimbarea altor substanţe în aur. (Unii alchimişti păstrau tăcerea pentru că erau îndeajuns de naivi ca să-şi închipuie că erau aproape de o mare descoperire, iar ceilalţi se temeau să nu fie demascaţi ca şarlatani). Iar chimia, dintre toate ştiinţele, a rezistat aplicării metodei ştiinţifice prin mîinile primilor experimentatori. Fizica avea legile mişcării universale descoperite de Newton; astronomia cunoscuse descoperirea rotaţiei Pămîntului şi a mişcării sale de revoluţie în jurul Soarelui; biologia beneficia de lucrarea lui Harvey privind circulaţia sîngelui şi funcţia inimii. Dar chimia a rezistat oricărui asemenea progres, lucru de înţeles în lumina teoriilor mai recente din secolul XX cu privire la formarea compuşilor şi procesele complexe care au loc la

nivel molecular în cadrul reacțiilor chimice. Toate acestea erau complet necunoscute în secolul al XVIII-lea. Teoria atomică, așa cum o cunoaștem astăzi, nu fusese nici măcar concepută.

În consecință, la începutul secolului al XVIII-lea, o mare confuzie domnea printre cei interesați de amestecarea și încălzirea substanțelor. Iar oamenii de știință nu puteau spera să facă nici un progres cîtă vreme nu ajungeau să stăpînească anumite aspecte esențiale privind aerul și apa, existența „gazelor" și procesul combustiei. S-a dovedit una dintre cele mai îndărătnice serii de probleme cu care s-au confruntat oamenii de știință ai secolului al XVIII-lea, învîrtindu-se în jurul unor aspecte atît de esențiale încît astăzi rămînem uimiți că au putut constitui niște probleme – pînă cînd intrăm în pielea gînditorilor din secolul al XVIII-lea. Procesele de combustie, calcinarea (procesul care are loc cînd o substanță este încălzită la o temperatură înaltă, dar situată sub punctul de topire) și respirația erau recunoscute ca fiind cruciale și legate între ele, dar nu se știa exact cum. Și multe minți strălucite au dedicat o mare parte din timp acestei probleme, începînd cu Robert Boyle și Robert Hooke, de-a lungul întregului secol al XVIII-lea.

NAȘTEREA TEORIEI FLOGISTICULUI

Din păcate, primele eforturi pentru stabilirea unei teorii integrate care să explice combustia au purtat știința pe unul din acele lungi drumuri laterale care, practic, nu duc nicăieri. Ideea a fost enunțată inițial de un anume Johann Joachim Becher (1635–1682), un alchimist întîrziat, care i-a făcut să creadă pe cîțiva conducători de orașe din Olanda că poate folosi argintul pentru a transforma tone de nisip în grămezi

mari de aur. Cînd demonstrația a eșuat, Becher a fugit în Anglia. Ideile sale despre materie nu erau nici ele mai sănătoase. Toate corpurile, spunea el, sînt alcătuite din aer, apă și trei feluri de pămînt, pe care le-a denumit *terra pinguis* (pămînt gras), *terra mercurialis* (pămînt mercurial) și *terra lapidia* (pămînt pietros).

Spre sfîrșitul secolului al XVII-lea, Georg Ernst Stahl (1660–1734) a schimbat denumirea de *terra pinguis* în *flogistic*, pe care l-a descris ca un puternic – „foc, înflăcărat, înfocat, fierbinte" – fluid eliberat sau consumat de către orice substanță atunci cînd era arsă, calcinată sau oxidată în alt fel (deși acest termen nu se întrebuința încă). În 1697, Stahl și-a prezentat doctrina flogisticului și aceasta a devenit cadrul care a slujit la explicarea unei pleiade de fenomene chimice misterioase, elementul central și suprem al chimiei pentru mai bine de 90 de ani.

Chiar dacă flogisticul s-a dovedit un drum înfundat, nu toate consecințele au fost negative ținînd seama de faptul că el a stimulat un șir nesfîrșit de experimente privind combustia, oxidarea, respirația și fotosinteza.

Pe de altă parte, aceste experimente au scos curînd la iveală probleme bătătoare la ochi. De exemplu, oxidul unui metal cîntărea întotdeauna mai mult, nu mai puțin, decît metalul inițial. Dacă o substanță se pierdea în cursul unui proces, în mod normal greutatea se pierdea, nu se adăuga. Pentru a explica acest fenomen fără să se renunțe la teorie, mulți chimiști au oferit explicații și mai complicate: probabil, dat fiind că flogisticul nu poate fi văzut cu adevărat (doar flacăra, ca dovadă a ieșirii sale din substanța care arde), acesta nu era o substanță normală. Poate că semăna mai mult cu unul dintre fenomenele pe care chimiștii secolului al XVIII-lea

le-au socotit fluide „subtile" sau „imponderabile", cum ar fi magnetismul, eterul, căldura, lumina şi electricitatea şi, la fel ca acestea, nu avea greutate. Poate avea chiar o greutate negativă, astfel atunci cînd era prezent în substanţă el făcea, într-un fel, să-i scadă greutatea. Iar cînd avea loc combustia, flogisticul era eliberat şi greutatea substanţei creştea.

Dar, în pofida acestei probleme sîcîitoare legată de greutate, majoritatea chimiştilor din secolul al XVIII-lea au continuat să adere la teoria flogisticului, nevăzînd nici un motiv convingător pentru a renunţa la ea; cu toate acestea, au adus contribuţii de seamă în special la studiul gazelor.

Chimiştii au început să descopere că gazele aveau cel mai mare potenţial pentru a răspunde la investigaţiile ştiinţifice privind compoziţia chimică. Breşele în acest domeniu au constituit fundamentul pentru descoperirile privind alte elemente şi compuşi şi, în cele din urmă, în secolul al XIX-lea, pentru teoria atomică. Stephen Hales, un preot de parohie şi om de ştiinţă amator din Anglia, a făcut posibile aceste descoperiri prin inventarea unui dispozitiv pentru colectarea gazelor – canalul pneumatic. Dispozitivul separa recipientul în care avea loc reacţia de vasul în care se colecta gazul, şi în felul acesta reuşea să separe gaze diferite. Dar Hales, ca majoritatea chimiştilor vremii, nu a înţeles cu adevărat că acestea erau în esenţă substanţe diferite. Pur şi simplu a crezut că erau tipuri diferite de aer.

JOSEPH BLACK ŞI „AERUL FIXAT"

Medicului-chimist Joseph Black, profesor de chimie la Universitatea din Glasgow şi, mai tîrziu, la Universitatea din Edinburgh, îi va reveni onoarea nu numai de a descoperi dioxidul de carbon, dar şi de a fonda analiza cantitativă.

Născut la Bordeaux ca fiu al unui negustor de vinuri de origine mixtă, scoţiană şi irlandeză, Black s-a întors în Marea Britanie în 1740 pentru a-şi desăvîrşi educaţia. După încheierea studiilor de medicină la universităţile din Glasgow şi Edinburgh, el a revenit la Glasgow pentru a practica medicina şi a preda. Foarte respectat de studenţii săi (printre care s-a numărat şi James Watt, care i-a devenit şi prieten), Black a fost descris de unul dintre aceştia ca fiind un om care „poseda acel amestec fericit de imaginaţie bogată, dar disciplinată, o atenţie concentrată, nedistributivă şi surse vaste de raţionament, care caracterizează geniul original în cercetarea ştiinţifică".

În ultimii săi ani, scria studentul său, „chipul lui continua să păstreze acea expresie plăcută de satisfacţie interioară... relaxată, sinceră şi graţioasă".

Ca tînăr student care îşi pregătea lucrarea de licenţă, Black a cercetat o componentă principală din „remediul secret al doamnei Joanna Stephens" pentru tratarea pietrelor la vezica urinară (primul-ministru al Marii Britanii, Robert Walpole, plătise 5000 de lire sterline pentru a obţine reţeta acestui remediu), cînd a descoperit „aerul fixat". Componenta cu pricina o constituiau melcii calcinaţi, pentru a cărei analiză Black s-a folosit de metodele cantitative puse la punct tot de el. Mulţi dintre termenii folosiţi în descrierile experimentelor sale sînt astăzi necunoscuţi – var rapid, calx şi aşa mai departe – deoarece activitatea sa a fost anterioară reorganizării extrem de utile pe care Lavoisier a făcut-o nomenclaturii chimice. Dar, în terminologia modernă, el a descoperit cum carbonatul de calciu se converteşte în oxid de calciu cînd este încălzit la temperaturi înalte, eliberînd un gaz care se poate apoi recombina cu oxidul de calciu pentru a forma din

nou carbonatul de calciu. Întrucît gazul putea fi recombinat, sau fixat, revenind în solidul de unde a provenit, el l-a denumit „aer fixat". Astăzi noi suntem mai familiarizaţi cu denumirea de dioxid de carbon.

De fapt, alţii au fost aceia care au făcut unele experienţe cu dioxidul de carbon, dar Black a fost mult mai meticulos. El a demonstrat că dioxidul de carbon poate fi obţinut prin încălzire, prin descompunerea unei substanţe minerale precum şi prin combustie şi fermentare. El a mai făcut o descoperire importantă cu privire la gaze, demonstrînd că acestea pot fi manipulate şi testate la fel ca şi solidele şi lichidele. Black a înţeles că dioxidul de carbon este o componentă naturală a aerului, că oamenii expiră dioxid de carbon şi că o lumînare nu poate arde într-o incintă umplută cu acest gaz. Aici a ajuns el într-un punct delicat. O lumînare introdusă într-o incintă închisă umplută cu aer se va stinge în cele din urmă. Aceasta era logic, deoarece o lumînare care arde produce dioxid de carbon. Dar lumînarea nu a ars în incinta închisă nici cînd Black a folosit substanţe chimice pentru absorbirea dioxidului de carbon,. El a încredinţat problema unuia dintre studenţii săi, Daniel Rutherford, care şi-a scris teza de doctorat pe această temă.

Rutherford a efectuat experimente atent controlate şi a descoperit nu numai că o lumînare nu poate arde în acest gaz, dar nici un şoarece nu poate supravieţui acolo. Ca şi profesorul său, el era un adept al teoriei flogisticului, şi credea că acest aer preluase întreaga cantitate de flogistic pe care o putea conţine (astfel încît flogisticul nu putea ajunge din aer la lumînare pentru ca aceasta să ardă, sau la şoarece ca să respire). El l-a denumit „aer flogistic"; astăzi îl denumim azot.

Rutherford este de obicei creditat cu descoperirea acestui gaz toxic, deşi detaliile nu au fost clarificate decît cîţiva ani mai tîrziu de către Lavoisier.

Metoda cantitativă pe care Black a transmis-o studenţilor săi şi întregii lumi ştiinţifice s-a dovedit la fel de importantă ca şi descoperirea dioxidului de carbon. În timp ce încălzea carbonatul de calciu în primele sale experimente, Black a măsurat şi pierderile de greutate implicate. Aceasta i-a oferit indicii despre ce anume avea loc în acele reacţii – indicii pe care chimiştii nu le avuseseră înainte în experimentele lor cu gazele.

Din momentul în care a descoperit aerul fixat, scria Black, „un nou şi probabil nelimitat domeniu părea să se deschidă înaintea mea. Nu ştim cîte feluri diferite de aer pot fi conţinute în atmosfera noastră, şi nici care ar putea fi proprietăţile lor distinctive". Prin aceasta el părea să prevestească descoperirile lui Cavendish şi Priestley, contemporani cu el, precum şi ale altora, cum ar fi Baron Rayleigh şi Sir William Ramsey, care, în 1904, aveau să primească Premiul Nobel pentru cercetările lor asupra constituenţilor atmosferici. Opera lui Black în domeniul fizicii, care va fi discutată în capitolul următor, a fost la fel de importantă, cu consecinţe pe termen lung pentru Revoluţia Industrială.

HENRY CAVENDISH ŞI COMPOZIŢIA APEI

Henry Cavendish a fost fără doar şi poate cel mai excentric om de ştiinţă din secolul al XVIII-lea. Făcînd parte dintr-o familie britanică celebră şi înstărită, nu a trebuit niciodată să-şi facă griji din pricina banilor. De fapt, el i-a spus cîndva bancherului său că dacă vreodată îl va mai sîcîi cu sfaturi despre ce să facă cu banii, banca va pierde contul

lui, care valora milioane. Inutil să mai spunem că bancherul s-a abţinut să-l mai deranjeze vreodată. Dar în vreme ce alţi membri ai familiei chefuiau cu regii şi luau parte la mari comploturi politice, pentru Henry, singurul domeniu de interes a fost ştiinţa.

Cavendish a fost un adevărat pustnic din punct de vedere social. Nu-i plăcea să se vadă cu oamenii şi nici să discute cu ei. (Portretul prezentat în această carte, reprodus după o pictură de W. Alexander de la British Museum, este probabil singurul existent.) Într-o zi, după ce a dat din întîmplare ochii cu menajera, a pus să fie construită o scară suplimentară numai pentru uzul său personal, astfel încît incidentul să nu se mai repete. Povestea spune că menajera a fost concediată. Din păcate, Cavendish a publicat numai porţiuni selectate din opera sa şi prin urmare nu a dobîndit recunoaşterea pentru mai multe realizări la care a ajuns primul, la fel cum nici ştiinţa nu a beneficiat de pe urma acestora.

Totuşi, o parte din activitatea lui a devenit cunoscută contemporanilor săi. În 1766 a prezentat un articol la Societatea Regală despre „aerul artificial", demonstrînd existenţa unei substanţe distincte, inflamabile, care nu mai fusese studiată pînă atunci (denumită ulterior *hidrogen* de către Lavoisier). El a mai studiat şi proprietăţile dioxidului de carbon pe care, ca şi Black, l-a denumit „aer fixat".

De asemenea, şi-a publicat şi cea mai importantă descoperire. Pe 15 ianuarie 1784, el a demonstrat că aerul artificial, atunci cînd este ars, produce apă. Aceasta era o veste uluitoare. Aristotel susţinuse că apa era unul dintre cele patru elemente indivizibile din care erau făcute toate substanţele. Dar dacă apa se obţine prin arderea unui gaz, atunci singura explicaţie trebuia să fie că ea se forma prin combinarea a

Henry Cavendish

două gaze. Acesta a fost dangătul de înmormîntare al sistemului elementelor conceput de grecii antici.

Ca şi Black, Cavendish a făcut numeroase experimente de fizică, despre care vom vorbi în capitolul următor, după cum a făcut şi experienţe cu aerul, trecînd prin acesta scîntei

electrice, în 1785. Pentru a explica ceea ce a făcut el în termeni moderni, vom spune că a forţat azotul din aer să se combine cu oxigenul, apoi a dizolvat oxidul obţinut în apă. (În cursul acestui proces, el şi-a dat seama cum se produce acidul azotic.) A continuat să adauge azot, aşteptîndu-se ca pînă la urmă să consume tot azotul. Dar o cantitate mică – doar o bulă – de gaz a rămas. Acum, trecînd în domeniul speculaţiilor, el s-a gîndit că această cantitate mică de gaz trebuie să fie ceva nemaiîntîlnit, foarte rezistent la reacţia chimică, de fapt, o substanţă pe care am denumi-o inertă. Henry Cavendish descoperise argonul, deşi aceasta nu se va verifica decît un secol mai tîrziu, cînd William Ramsey a continuat experimentul.

SCHEELE ŞI PRIESTLEY DESCOPERĂ OXIGENUL

Joseph Priestley (1733-1804) a fost un pastor unitarian englez şi un radical în politică, ceea ce în cele din urmă i-a adus necazuri în viaţa personală. El i-a sprijinit deschis pe coloniştii americani în 1776 în revolta lor împotriva regelui George al III-lea. S-a opus comerţului cu sclavi şi bigotismului religios. Şi, în plus, a simpatizat cu Revoluţia Franceză. Cele mai multe dintre cele 150 de cărţi scrise de el, dintre care una a fost arsă în public în 1785, aveau o tematică religioasă şi educativă. Iar introducerea sa la studiul gazelor poate părea neobişnuită: el şi-a început experimentele la o berărie locală din oraşul Leeds unde locuia. El a descoperit că „aerul fixat" al lui Joseph Black producea o băutură plăcută, acidulată atunci cînd era amestecat cu apă – şi aşa s-a inventat apa carbogazoasă sau sifonul.

Joseph Priestley, unul din descoperitorii oxigenului, pe care l-a denumit „aer deflogisticat".

Priestley îşi desfăşura experimentele cu entuziasm, dar nu era foarte ordonat şi nici metodic în ceea ce îşi propunea să facă. (Fiind ferm convins de rolul şansei în activitatea sa, îi plăcea să spună că dacă ar fi ştiut vreun pic de chimie nu ar mai fi făcut nici o descoperire.) Dar ceea ce făcea observa cu mare atenţie. Asta l-a făcut pe chimistul Humphry Davy din secolul al XIX-lea să remarce: „Nu a mai existat cineva care să descopere atîtea substanţe noi şi neobişnuite". Lista cuprinde amoniacul, dioxidul de sulf, monoxidul de carbon, clorura de hidrogen, oxidul de azot şi hidrogenul sulfurat.

Şi încă una: oxigenul. În 1774, Priestley a folosit o lentilă de ardere cu diametrul de 12 ţoli (30,5 cm) şi o distanţă focală de 20 ţoli (aprox. 51 cm) pentru a extrage un gaz din oxidul de mercur. Noul „aer", care părea să fie întrucîtva mai pur decît aerul normal, provoca arderea mai viguroasă şi mai strălucitoare a unei lumînări. El a testat efectele respirării noului aer – pe şoareci, pe plante şi pe el însuşi. A descoperit că respirarea acestuia era „ciudat de uşoară şi de lesnicioasă". Rămînînd fidel teoriei flogisticului, el l-a denumit „aer deflogisticat", reversul firesc al numelui dat de Black aerului straniu, care nu susţinea viaţa, descoperit de acesta, întrucît proprietăţile sale păreau să fie exact opuse.

Între timp, fără ştiinţa lui Priestley, Carl Wilhelm Scheele (1742–1786), un chimist suedez, descoperise deja acelaşi gaz, dar descoperirea sa nu fusese făcută publică. De fapt, amîndoi merită să fie creditaţi în măsură egală pentru această descoperire, deoarece fiecare a acţionat independent.

SOCIETĂŢILE ŞTIINŢIFICE

În timpul acestui secol preocupat de ştiinţă, societăţile ştiinţifice au apărut sub diferite forme şi dimensiuni. Grupuri mici, neoficiale, precum Societatea Lunară, înfiinţată prin anul 1766 de Matthew Boulton, se alcătuiau frecvent între prieteni şi colegi (James Watt, Joseph Priestley şi Erasmus Darwin s-au numărat printre membrii cei mai iluştri ai Societăţii Lunare). În acelaşi timp, marile societăţi şi asociaţii naturale au înflorit şi ele, multe păstrînd o influenţă puternică şi în zilele noastre. Societatea Regală din Londra (fondată în 1662) şi Academia de Ştiinţe din Paris (fondată în 1666) erau printre cele mai prestigioase. Academia din Berlin

(fondată în 1700) şi Academia din Sankt Petersburg (fondată în 1724) s-au bucurat şi ele de o bună reputaţie. De cealaltă parte a Atlanticului, Societatea Filozofică Americană (fondată de Benjamin Franklin la Philadelphia în 1743) oferea primul cadru organizat de întrunire pentru oamenii de ştiinţă din regiunea recent colonizată.

Aşa cum se întîmplă şi astăzi, finanţarea a fost dintotdeauna o problemă dificil de rezolvat. După exemplul academiei pariziene, academiile din Berlin şi Sankt Petersburg erau compuse în principal din grupuri mici de savanţi de elită, finanţate de monarhi sau supunîndu-se capriciilor guvernamentale în vederea suportului financiar. Societăţile din Londra şi Philadelphia se autofinanţau, bazîndu-se pe finanţarea privată a savanţilor participanţi şi a altor persoane interesate.

Societăţile, mari sau mici, oficiale sau neoficiale, au constituit instrumente importante în răspîndirea ştiinţei de-a lungul secolului al XVIII-lea. Ele nu au asigurat doar o organizaţie prin intermediul căreia membrii să se poată întîlni şi schimba ultimele informaţii ştiinţifice, dar majoritatea au publicat articole şi jurnale, asigurînd o răspîndire şi mai mare a descoperirilor ştiinţifice. În plus, societăţile au devenit valoroase în promovarea comunicaţiilor internaţionale în comunitatea ştiinţifică.

Spre sfîrşitul secolului al XVIII-lea, diferite societăţi precum Societatea Filozofică şi Literară din Manchester (fondată în 1781) şi Societatea Regală din Edinburgh (fondată în 1739 şi înregistrată oficial în 1783) au început să satisfacă nevoia de asemenea organizaţii pentru membrii aflaţi departe, geografic, de marile oraşe ale lumii. În plus, după primii ani ai secolului al XIX-lea, societăţi mai specializate precum Societatea Linnaeică (fondată în 1788), Societatea Geologică

(fondată în 1807), Societatea Astronomică (fondată în 1820) şi Societatea pentru Chimie (fondată în 1841) au ieşit în întîmpinarea unor domenii de interes mai restrîns şi mai specializat.

În multe privinţe, precursoarea societăţilor ştiinţifice de astăzi, Institutul Regal al Marii Britanii (fondat în 1799) a început să rupă cu tradiţia funcţionînd nu doar ca societate ştiinţifică, ci şi ca promotor al evenimentelor ştiinţifice şi al conferinţelor orientate spre educarea cetăţeanului obişnuit cu privire la teoriile şi activităţile ştiinţifice. Asociaţia Britanică pentru Progres în Ştiinţă (fondată în 1831) a lărgit şi mai mult aceste aspiraţii organizînd o serie de întruniri publice de mare răsunet avînd ca protagonişti savanţi de renume mondial, la care a asistat un public numeros, alcătuit din spectatori interesaţi aparţinînd clasei mijlocii.

Aceste asociaţii au fost înfiinţate pentru promovarea intereselor şi tradiţiilor cercetării ştiinţifice, dar fondatorii lor au urmărit de regulă şi alte obiective, adeseori politice, religioase sau, în cazul societăţilor de mai tîrziu din timpul Revoluţiei Industriale, economice. Deşi ararеori au fost gardieni puri ai unei tradiţii ştiinţifice autonome şi idealizate, societăţile ştiinţifice au constituit un forum extrem de preţios pentru schimbul de informaţii şi încurajarea progresului în ştiinţă.

În 1780, Priestley s-a mutat la Birmingham, unde a intrat în conflict cu localnicii din cauza teologiei sale, dar a găsit totodată un grup de prieteni într-ale ştiinţei, Societatea Lunară, care au avut o influenţă stimulatoare asupra lui. Acest grup, organizat parţial de către Erasmus Darwin (1731–1802),

bunicul evoluționistului Charles Darwin, se întruneau neoficial la dineuri organizate pe rînd în locuințele membrilor, pentru discuții prielnice pe teme științifice. A devenit unul dintre precursorii cei mai stimulatori ai „rezervoarelor de idei" din istorie, membrii ei întîlnindu-se lunar în nopțile cu lună plină, astfel încît fiecare să poată găsi ușor drumul de întoarcere acasă în peisajul rural întunecos din Birmingham. James Watt, inventatorul motorului cu aburi, și prieten cu Joseph Black, era de față. Erasmus Darwin, căruia îi plăcea să discute în contradictoriu, participa adesea. Figura centrală a grupului era Matthew Boulton, partenerul lui Watt, ale cărui optimism, abilitate comercială și entuziasm pentru motorul cu aburi, au constituit una dintre forțele motrice ale Revoluției Industriale. Discuțiile începeau de regulă pe la orele 14:00 și continuau pînă la 20:00. Pentru Priestley și ceilalți, discuțiile animate și elevate despre problemele flogisticului și căldurii, despre compoziția apei, despre metalurgie, electricitate și astronomie au servit ca un permanent îndemn la muncă.

Priestley a construit un laborator complex în Birmingham, avînd reputația de a fi cel mai bine utilat din Europa (deși ar putea fi o exagerare), cu echipamente de ultimă oră, fără îndoială dotat prin consultarea cu noii săi prieteni talentați. El lucra rapid și își așternea rezultatele pe hîrtie șezînd lîngă șemineul de acasă, înconjurat de copiii săi – probabil nu cea mai bună modalitate de a se concentra, dar el considera că a se izola pentru a scrie ar fi un comportament antisocial. „Întotdeauna", scria el, „am acordat întreaga mea atenție unui anumit subiect pînă cînd am fost satisfăcut în privința aceea, după care nu mă mai gîndeam deloc la respectivul subiect. Rareori se întîmplă să mă uit

peste ce-am publicat şi, atunci cînd o fac totuşi, uneori mi se pare ceva cu totul nou..."

În mod ironic, în ziua morţii premature a lui Lavoisier, Priestley se îndrepta spre siguranţa oferită de America după ce antirevoluţionarii răsculaţi i-au incendiat locuinţa din pricina simpatiei sale pentru revoluţionarii din Franţa. Fiind deja prieten cu Benjamin Franklin, el s-a împrietenit şi cu Thomas Jefferson şi a găsit în America un refugiu în faţa persecuţiilor. A refuzat ofertele primite din partea Bisericii Unitariene şi un post de profesor de chimie la Universitatea din Pennsylvania, petrecîndu-şi ultimii zece ani ai vieţii scriind în linişte.

ANTOINE LAURENT DE LAVOISIER ŞI MOARTEA FLOGISTICULUI

Chimistul german din secolul al XIX-lea Justus von Liebig a spus cîndva că Lavoisier „nu a descoperit nici un corp nou, nici o proprietate nouă şi nici un fenomen natural necunoscut pînă la el. Gloria lui nemuritoare constă în faptul că a infuzat în corpul ştiinţei un spirit nou".

Cunoscut ca fondator al chimiei moderne, Lavoisier le-a insuflat colegilor săi un respect nou pentru tehnicile cantitative, fundamentul întregului progres în domeniu. În vreme ce Black şi Cavendish au instituit amîndoi utilizarea unei analize cantitative atente, Lavoisier a reuşit să-i convingă pe ceilalţi chimişti de importanţa acesteia. El a făcut pentru chimie ceea ce Galilei a făcut pentru fizică: a introdus o metodologie solidă, empirismul şi abordarea cantitativă.

Într-o demonstraţie privind importanţa metodei cantitative, Joseph Louis Proust a descoperit în 1788 legea proporţiilor definite, care a început să ofere indicii pentru

Antoine Lavoisier, fondatorul chimiei moderne

teoria atomului – ideea că în cadrul reacţiilor se schimbau unităţi întregi. De exemplu, un compus ar putea conţine două elemente în raport de 4 la 1, dar niciodată în raport de 3,9 la 1 sau de 4,2 la 1, şi aşa mai departe. Un element se poate combina în diferite proporţii cu alte elemente pentru a produce compuşi diferiţi. Dar fiecare dintre aceşti compuşi se va supune în continuare legii proporţiilor definite. Dioxidul de carbon, de exemplu, este alcătuit din carbon şi oxigen în proporţii de greutate de 3 la 8. Monoxidul de carbon (alcătuit din aceleaşi elemente, dar în proporţii diferite) este compus din carbon şi oxigen în proporţie de 3 la 4. Această descoperire cantitativă se va dovedi ulterior cheia de boltă a chimiei moderne.

Lavoisier a fost o personalitate influentă în lumea ştiinţifică. Deşi banii lui proveneau de la Fermiers Généraux, el i-a cheltuit cu generozitate în interesul ştiinţei, iar laboratorul

Antoine Lavoisier şi soţia sa, Marie-Anne, prezidînd la moartea flogisticului

lui particular a fost un loc de întîlnire pentru toate personalităţile ştiinţifice principale ale Europei. Acolo erau primiţi cu căldură Thomas Jefferson şi Benjamin Franklin. Soţia lui Lavoisier, Marie-Anne, care s-a căsătorit cu el cînd avea doar 14 ani, participa la aceste întîlniri şi scria despre ele, ilustrîndu-le pentru cărţile lui Lavoisier, şi a fost întotdeauna profund implicată în activitatea sa. Ea traducea pentru el lucrări din limba engleză, lua notiţe şi participa activ.

Între 1722 şi 1774, Lavoisier s-a angajat într-o serie de experimente şi demonstraţii în condiţii controlate, în cursul cărora a încercat să ardă diferite substanţe, inclusiv diamante, fosfor şi sulf, staniu şi plumb. El a ars staniu şi plumb în vase închise. Se ştia de multă vreme că aceste substanţe îşi schimbă culoarea prin încălzire, iar substanţa rezultantă, cunoscută sub numele de calx, cîntăreşte mai mult decît metalul iniţial. Dar cînd Lavoisier a cîntărit întregul vas în aceste cazuri, inclusiv tot ce se afla înăuntru – aer, metal, calx şi vasul propriu-zis –, a constatat că greutatea rămînea neschim-

Lecturi-demonstraţii în domeniul chimiei la Paris, în Jardin du Roi – în special cele organizate de Guillaume François Rouelle – erau întotdeauna interesante. Unul dintre cei mai celebri elevi ai lui Rouelle a fost Antoine Lavoisier.

bată. Aceasta însemna că o parte a întregului sistem trebuie să fi pierdut din greutate, fiind probabil vorba de aer. (El nu era de acord cu ideea susţinută de unii cum că flogisticul ar avea greutate negativă.) Dacă aerul pierduse ceva, însemna că în vasul închis trebuia să se fi format măcar un vid parţial. Şi într-adevăr, cînd a deschis vasul, aerul a pătruns repede în interior şi, cînd a cîntărit iar vasul şi conţinutul său, a constatat din nou că are o greutate mai mare decît cel iniţial. Aşadar, calxul trebuie să se fi format prin combinarea aerului cu metalul. De aici concluzia că ruginirea (şi combustia) este un proces care nu presupune dispariţia flogisticului; în schimb, se producea un cîştig de greutate datorat aerului.

Teoria flogisticului era moartă. Lavoisier a organizat o mare petrecere şi, în ambianţa unei ceremonii spectaculoase,

cu Marie-Anne îmbrăcată în preoteasă, ei au ars cartea lui Stahl despre flogistic pentru a demonstra sfîrşitul dominaţiei acestuia asupra ştiinţei chimiei.

Un alt rezultat important a mai reieşit din experienţa lui Lavoisier. El a descoperit un principiu fundamental – legea conservării maselor, care a devenit „bastionul chimiei" în secolul al XIX-lea. (A fost totodată un concept pe care Einstein îl va perfecţiona în secolul XX.)

Pe urmă, în octombrie 1774, Priestley l-a vizitat pe Lavoisier şi i-a explicat experienţele sale cu aerul deflogisticat. Lavoisier a ascultat cu interes şi şi-a dat imediat seama că Priestley izolase o parte din aer – că aerul este alcătuit în principal din două gaze, unul care favorizează combustia şi respiraţia, pe cîtă vreme celălalt are proprietăţi contrare. Ideea flogisticului, aşa cum el conchisese deja, era o pistă falsă. Acum adevărul „adevărat" părea limpede: Priestley izolase

Lavoisier demonstrează compoziţia aerului

gazul constituent al aerului care întreține arderea; noul gaz descoperit de Priestley nu era diluat de acea componentă a aerului în care obiectele nu ard. În 1779, Lavoisier a anunțat că aerul este compus din două gaze, dintre care primul – cel care întreține arderea – a fost denumit de el *oxigen* (de la o rădăcină grecească cu semnificația „a da naștere la acizi"; Lavoisier credea că oxigenul era conținut în toți acizii, una din rarele ocazii în care s-a înșelat). Numele a rămas. El a denumit celălalt gaz *azot*, care în greceşte înseamnă „lipsit de viață". Dar în 1790 acesta a fost redenumit nitrogen, numele sub care este cunoscut astăzi.

Într-un moment de slăbiciune, Lavoisier a încercat să minimalizeze faptul că aceste idei i-au fost sugerate de către Priestley. El îl considera pe acesta din urmă un simplu diletant care nu știa ce face: în definitiv, el nu-și dedicase întreaga viață chimiei, așa cum făcuse Lavoisier. Poate că era vorba și de o anume animozitate franco-engleză împotriva lui Priestley și posibil un ușor antagonism politic, dar cel mai probabil, mai presus de toate, Lavoisier dorea să rămînă în istorie pentru descoperirea unui element, lucru pe care nu l-a reușit. În schimb, el a interpretat ceea ce descoperise Priestley. El a jucat rolul de teoretician și de interpret pentru munca de laborator a lui Priestley, un gen de echipă teoretico-experimentală care a devenit tot mai importantă în chimie pe măsură ce rezultatele experimentelor deveneau din ce în ce mai complexe.

Lavoisier a clarificat de asemenea și rezultatele obținute de Cavendish, repetîndu-i experimentul legat de arderea gazului inflamabil descoperit în aer soldată cu formarea apei. Lavoisier a numit acest gaz *hidrogen*, care înseamnă în greceşte „a da naștere apei". Și acesta se încadra bine în

imaginea pe care o construia cu privire la noua chimie. Animalele consumă substanţele care conţin carbon şi hidrogen, inhalează oxigen, le combină, formează dioxidul de carbon şi apa, amîndouă fiind exalate prin procesul respiraţiei (vezi capitolul 8). Şi în acest caz, din păcate, carenţele de caracter ale lui Lavoisier au ieşit la iveală şi el a încercat să-şi atribuie meritul pentru descoperirea hidrogenului, merit care îi aparţinea de fapt lui Cavendish.

Totuşi, noua chimie a început să prindă puteri. Cu toate că Priestley, Cavendish şi Hutton nu au renunţat niciodată la teoria flogisticului, Black şi-a aliniat gîndirea la cea a lui Lavoisier şi aşa au făcut şi mulţi alţii.

Solicitat să ajute la scrierea unui articol despre istoria chimiei pentru o enciclopedie, Lavoisier şi-a dat seama că problema legată de discutarea chimiei de-a lungul epocilor este aceea că denumirile substanţelor se schimbă de la o ţară la alta şi de la o epocă la alta. Chimia avea nevoie de o nomenclatură internaţională (vezi insertul) care să reflecte în mod coerent compoziţia substanţelor – nu aici o întrebuinţare, acolo o culoare, dincolo o fantezie poetică. Lavoisier a făcut astfel pentru chimie ceea ce Linnaeus a făcut pentru biologie (aşa cum vom discuta în capitolul 6): el a conceput nomenclatura sistematică. Împreună cu alţi doi chimişti, a publicat în 1787 *Methods of chemical Nomenclature* („Metode ale nomenclaturii chimice"), stabilind bazele unui sistem clar şi logic de denumiri care reflectă compoziţia, un sistem care a primit aproape instantaneu aprecieri pozitive (exceptînd cîţiva adepţi îndărătnici ai flogisticului) şi este folosit şi astăzi.

În douăzeci şi cinci de ani, Lavoisier a stabilit analiza cantitativă ca instrument de bază al chimistului, a ucis flogisticul, a stabilit legea conservării maselor şi a fondat un nou sistem de nomenclatură chimică.

LIMBAJUL CHIMIEI

Limbajul pe care îl folosim zilnic este plin de inconsecvenţe, înţelesuri duble şi impreciziuni. Tocmai în asta constă în parte frumuseţea şi caracterul amuzant al limbajului, şi anume faptul că poate fi modelat şi adaptat după necesităţi, îmbogăţit cu analogii, aşa după cum poate deveni amuzant prin jocuri de cuvinte sau graţios prin folosirea metaforelor. Numai că, pentru ştiinţă, claritatea şi precizia sînt esenţiale. Abia cînd chimiştii au eliminat imprecizia din limbajul pe care îl foloseau, ştiinţa lor a devenit cu adevărat modernă.

În 1787, cînd Lavoisier şi colegii lui au analizat limbajul folosit în chimie, ei au găsit un talmeş-balmeş generator de confuzie. Vechile texte de chimie şi de alchimie se inspiraseră din multe limbi – greacă, ebraică, arabă şi latină – şi denumirile substanţelor se bazau pe o varietate de analogii şi impresii. Sulful şi mercurul era denumite „tata" şi „mama". „Verde spaniol" însemna acetat de cupru. Prin analogie, reacţia chimică era denumită „gestaţie".

Noua terminologie era menită să reducă pe cît posibil confuzia şi cel mai important aspect în conceperea ei a fost ideea lui Lavoisier ca denumirile elementelor dintr-un compus să fie reflectate de numele acestuia. Astfel că *flori de zinc* a devenit *oxid de zinc* (compus din zinc şi oxigen), iar *uleiul de vitriol* a devenit *acid sulfuric*. Sistemul indica de asemenea proporţiile relative ale elementelor din compus: acidul sulfuros conţine mai puţin oxigen decît acidul sulfuric, iar cînd este combinat cu oxizii şi metalele, compuşii rezultaţi sînt, respectiv, sulfiţi şi sulfaţi.

Această transformare a nomenclaturii chimice a jucat un rol esenţial în revoluţia ştiinţifică în chimie de-a lungul secolului al XVIII-lea – iar contribuţia adusă de Lavoisier în această privinţă constituie unul dintre motivele pentru care el este considerat fondatorul chimiei moderne.

O dată cu moartea sa survenită în 1794, rolul jucat de el în marea revoluție a chimiei a luat sfîrșit, dar progresul nu s-a încheiat aici. Pe temeliile clădite de Lavoisier, Black, Scheele, Priestley, Cavendish și, într-un fel, chiar și de Stahl, chimiștii din secolul al XIX-lea au fost în stare să construiască o înțelegere tot mai exactă a elementelor chimice, a naturii acestora, a felului cum reacționează reciproc și a proceselor care au loc în respectivele reacții. John Dalton (1766–1844) avea să amelioreze analiza cantitativă a lui Lavoisier și Black și, combinînd-o cu conceptul antic despre atom al grecului Democrit, să ajungă la prima teorie cantitativă atomică în 1803. În 1869, Dmitri Mendeleev va clasifica elementele chimice cunoscute într-un tabel periodic. Iar la sfîrșitul secolului, Marie și Pierre Curie vor descoperi radiația. Astfel se vor pune bazele pentru teoriile electronului și ale mecanicii cuantice.

Între timp, mulți dintre cei care contribuiseră atît de mult la aducerea chimiei în epoca modernă făceau totodată descoperiri interesante în fizică.

CAPITOLUL 5

EXPLORÎND CARACTERISTICILE CĂLDURII ŞI MISTERELE ELECTRICITĂŢII

Căldura a fost dintotdeauna unul dintre marile mistere ale fizicii, de rezolvarea căruia nu a reuşit nimeni să se apropie la sfîrşitul secolului al XVII-lea. Învăţaţii Greciei antice susţinuseră trei idei fundamentale despre natura acesteia: că este o substanţă, o calitate sau un accident al materiei obişnuite (o consecinţă a mişcării particulelor), iar versiuni ale primei şi ultimei dintre aceste idei au continuat să predomine pînă în secolul al XVIII-lea. Era un concept greu de înţeles şi unul din motive a fost acela că nimeni nu găsise o modalitate de a măsura cantităţile sau gradele de căldură.

Aşa încît primul obstacol ce trebuia depăşit era găsirea unui sistem de măsurare adecvat, care să ofere o cale de a face comparaţii cantitative în diferite circumstanţe. În 1708, Ole Roemer (1644–1710), un astronom danez, a fost primul care a observat că un termometru are nevoie de două puncte fixe, stabilind unul dintre ele ca fiind punctul la care se topeşte zăpada, iar celălalt punctul la care fierbe apa. Olandezul Daniel Fahrenheit a folosit scara Roemer, cu unele adaptări,

pentru termometrele pe care le-a proiectat în 1714, înlocuind alcoolul cu mercur. Asta însemna că puteau fi măsurate şi temperaturile situate deasupra punctului de fierbere a apei, deoarece mercurul are un punct de fierbere mult mai ridicat decît alcoolul. Între timp, astronomul suedez Anders Celsius a folosit aceleaşi puncte fixe, separîndu-le prin 100 de puncte pentru a alcătui o scară centigradă în 1742. Iar un compatriot de-al lui, biologul Carolus Linnaeus, a inversat termometrul lui, stabilind punctul de fierbere la 100 şi punctul de îngheţ la zero, aranjament folosit şi astăzi la termometrele Celsius (numite şi centigrade), utilizate de oamenii de ştiinţă din lumea întreagă.

CĂLDURA CA FLUID

În secolul al XVIII-lea, teoria preferată a căldurii a fost elaborată de Hermann Boerhaave (1668–1738), care o considera ca un fel special de materie. Această doctrină se potrivea bine cu teoria flogisticului (vezi capitolul 4), care, la fel ca lumina şi electricitatea, era gîndit ca un fluid „imponderabil", adică lipsit de greutate. Deşi Lavoisier răsturnase teoria flogisticului, el a continuat să considere căldura ca un fluid care putea fi „turnat" dintr-o substanţă în alta şi l-a denumit *caloric*, incluzîndu-l în *Traité de chimie élémentaire* publicat în 1789. A fost o teorie foarte utilă pentru secolul al XVIII-lea, iar spre sfîrşitul veacului, Pierre Simon Laplace (vezi capitolul 2) a încorporat conceptul caloric într-o nouă viziune generală şi complexă a materiei. Analiza sa matematică a contribuit mult la creşterea prestigiului teoriei.

STIMABILUL DR BLACK ŞI PRIETENUL SĂU JAMES WATT

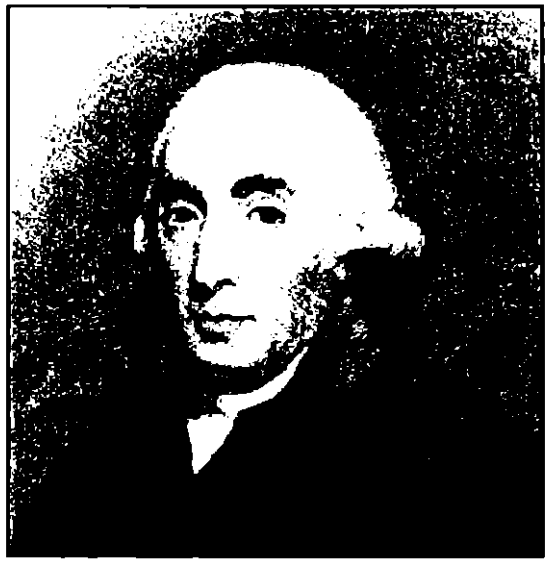
În anii 1760, fizicianul şi chimistul Joseph Black, profesor la Glasgow şi Edinburgh, a manifestat interes şi pentru natura căldurii. Problema căpătase o importanţă deosebită în centrele industriale Glasgow şi Edinburgh, unde unirea dintre Scoţia şi Anglia din 1707 produsese o economie sănătoasă, cu pieţe favorabile industriei locale de whisky. Marile distilerii foloseau cantităţi considerabile de căldură pentru a transforma lichidele în vapori; apoi, imensele cantităţi de căldură trebuia îndepărtate pentru condensarea vaporilor în lichide. Pentru desfăşurarea unei activităţi raţionale în aceste distilerii, cunoaşterea cu precizie a cantităţii de căldură implicată în aceste procese constituia o necesitate absolută. De fapt, nevoia de a îndepărta mari cantităţi de căldură din vapori avea un efect direct asupra profitabilităţii unei distilerii.

Black spunea adesea că nu înţelege de ce patronii distileriilor nu acordaseră atenţia cuvenită principiilor ştiinţifice implicate, cînd era limpede că acele principii aveau o influenţă hotărîtoare asupra mijloacelor lor de existenţă. Dar această relaţie între ştiinţa „pură" şi progresul tehnologic este în mod tradiţional prea puţin recunoscută şi prea firav sprijinită. Chiar şi în zilele noastre departamentele de cercetare şi dezvoltare se numără printre primele candidate la reducerile de fonduri atunci cînd o firmă îşi restrînge activitatea.

Black nu şi-a publicat lecţiile în care şi-a discutat cel mai detaliat ideile, dar editorul său, John Robinson, a publicat extrase din notiţele lui, completîndu-le cu propriile observaţii.

Deoarece o singură zi însorită de iarnă nu topește dintr-o dată zăpada de pe dealuri, și nici o noapte geroasă nu acoperă brusc lacurile cu un strat gros de gheață, doctorul Black era deja convins că o mare cantitate de căldură era absorbită și fixată în apa care se prelinge încet din zăpadă; și, pe de altă parte, că multă căldură este eliberată din ea în timp ce se transformă lent în gheață. Căci, în timpul unui dezgheț, termometrul va coborî întotdeauna atunci cînd este trecut din aer în zăpada care se topește; după cum, în timpul unui îngheț puternic, termometrul va urca dacă este cufundat în apa înghețată. Prin urmare, în primul caz, zăpada primește căldură, iar în ultimul caz, apa îngăduie căldurii să iasă din nou.

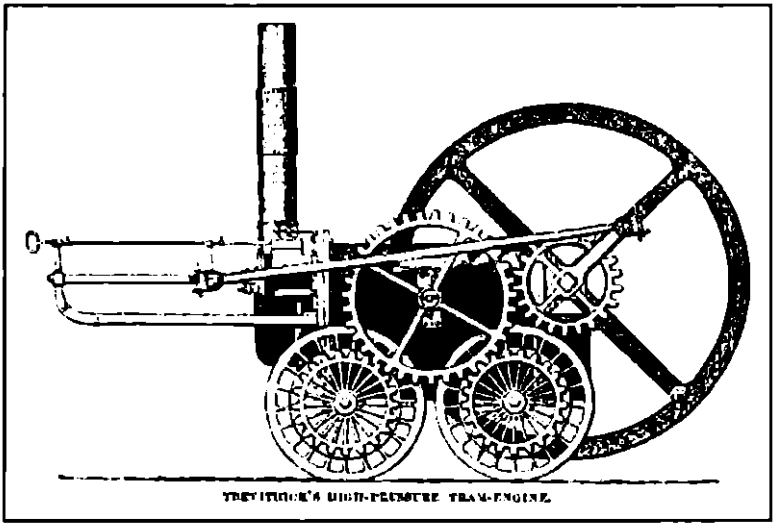
În 1762, la o întrunire de la Clubul Filozofic al Universității – un grup de profesori care se întîlneau neoficial la Glasgow –, Black și-a expus mai aprofundat ideile. Gheața nu-și schimbă temperatura cînd se topește, a arătat el, dar materialul din vecinătatea gheții se răcește, chiar dacă temperatura gheții nu crește. Ce se întîmplă cu căldura? Dispare ea oare? Fahrenheit observase cîndva că apa poate fi răcită sub temperatura de topire a zăpezii fără să înghețe, deși orice agitare a apei răcită în felul acesta provoacă instantaneu înghețarea bruscă a acesteia. Cînd se întîmplă una ca asta, temperatura crește de fapt! Așadar, pe măsură ce apa îngheață, cu alte cuvinte, cînd își schimbă starea de la lichid la solid, ea eliberează căldură. Black a observat că apa rămîne lichidă deoarece conține o anumită cantitate de căldură; cînd căldura



Joseph Black, care a avut contribuţii importante cu privire la căldura latentă, căldura specifică şi distincţia dintre căldură şi temperatură, pe lîngă descoperirea „aerului fixat" (dioxidul de carbon).

este îndepărtată, fluiditatea dispare şi în loc de apă lichidă se obţine gheaţă solidă. Întrucît căldura prezentă în fluid nu se reflectă în indicaţiile termometrului, Black a numit-o căldură „latentă", pentru a indica faptul că aceasta este prezentă, dar nu poate fi măsurată prin mijloacele obişnuite.

Black a conceput totodată o modalitate de măsurare a acestei călduri latente. El a măsurat cantitatea de căldură necesară pentru a topi o anumită cantitate de gheaţă. Apoi a aplicat acea cantitate de căldură apei produse prin topirea gheţii şi a descoperit că temperatura acesteia s-a ridicat cu 140 grade Fahrenheit (60 grade Celsius).



Motor cu abur de înaltă presiune aplicat la un vehicul cu deplasare pe şine, proiectat de Richard Trevithick, probabil similar cu trăsura cu abur pe care a construit-o în 1801, bazată pe motorul cu aburi al lui James Watt

Între anii 1762 şi 1764, Black a lucrat la extinderea naturală a conceptului de căldură latentă în gheaţă, şi anume ideea că ceva similar trebuie să se întîmple cînd apa se transformă în aburi. El a constatat că este necesar un timp cam de cinci ori mai lung, cu un foc de aceeaşi intensitate, pentru a transforma apa fiartă în aburi faţă de timpul necesar pentru a aduce apa la punctul de fierbere.

În acest moment a intrat în scenă un nou prieten care i-a dat o mînă de ajutor: James Watt, care construia instrumente pentru universitate. Watt a conceput şi realizat aparatura pentru demonstraţiile şi dovezile experimentale legate de conceptul de căldură latentă pentru orele de curs ale lui Black. Şi, pornind de la sugestiile teoretice pe care le-a dobîndit de

la Black, Watt a reuşit să inventeze un nou dispozitiv pentru un motor cu aburi pe care îl repara: un condensor separat. Această singură invenţie s-a dovedit a fi elementul-cheie care a făcut motorul cu abur îndeajuns de eficient pentru a deveni o sursă economică de energie atît în transport cît şi în industrie. Folosind drept combustibil cărbunele sau cocsul, motorul cu aburi al lui James Watt a eliberat fabricile de obligativitatea de a se instala în apropierea cursurilor de apă de care pînă atunci aveau nevoie pentru a beneficia de energia apei. Motorul cu abur a devenit în scurt timp o sursă ieftină de energie pentru aproape toate industriile, de la minele de cărbuni la turnătorii şi fabricile textile (iar în secolul următor, la căile ferate şi vapoare).

Black a fost extrem de încîntat şi îi plăcea să le vorbească studenţilor săi despre realizările lui Watt. Cînd Watt a obţinut patentul pentru invenţia sa în 1769, era pe cale să obţină o recompensă binemeritată. „Dr Black, scria Robinson, n-ar fi putut să fie mai satisfăcut nici dacă ar fi dobîndit acele avantaje pentru el însuşi... amîndoi prietenii au considerat perioada aceea de investigaţii încununate de succes ca printre cele mai fertile şi mai plăcute din vieţile lor."

COOK, MOTORUL NEWCOMEN ŞI REVOLUŢIA INDUSTRIALĂ

Una dintre descoperirile cele mai importante de la începutul secolului al XVIII-lea a fost aceea că cocsul, obţinut din cărbune, poate înlocui mangalul, obţinut din lemn, pentru încălzirea furnalelor. Furnalele produceau semifabricatele din fontă necesare manufacturării, dar, pînă să se descopere că se putea folosi cocsul drept combustibil, fiecare furnal consu-

ma lemnul de pe circa 80 de hectare de pădure în timp de un an. Descoperirea, în general atribuită quakerului Abraham Darby, fabricant de fier englez, în 1709, şi-a găsit prima aplicaţie practică în producţie la furnalele acestuia din Coalbrookdale, comitatul Shropshire, unde Darby fabrica boilere din fier pentru motorul Newcomen, inventat în 1705. Motorul, inventat de fierarul Thomas Newcomen, a netezit drumul spre Revoluţia Industrială. Dispozitivul simplu, care folosea un jet de apă rece pentru a condensa aburul ce intra într-un cilindru, crea o presiune atmosferică pentru a pune în mişcare pistoanele. Prin 1712, motorul se folosea pe scară largă pentru pomparea apei din minele de cărbuni, permiţînd obţinerea unei producţii mai mari de cărbune din galeriile inundate ale minelor.

Anterior, Black demonstrase de asemenea că mase egale de substanţe diferite necesită cantităţi diferite („specifice") de căldură pentru a fi aduse la aceeaşi temperatură. Sau, altfel spus, cînd mase egale din două substanţe diferite sînt aduse la echilibru de la două temperaturi diferite, temperatura de echilibru nu se află în mod necesar la mijloc. Sau, aceeaşi cantitate de căldură aplicată la două substanţe diferite produce o modificare de temperatură caracteristică fiecărei substanţe. Black era un adept al teoriei căldurii ca fluid, şi cînd a început să calculeze ceea ce a denumit „căldurile specifice" pentru diferite substanţe, s-a convins mai mult ca oricînd că teoria dinamică sau cinetică a căldurii propusă de Bacon (şi ulterior reformulată de Rumford) era incompatibilă cu existenţa căldurilor specifice. Din păcate, această opinie s-a dovedit un exemplu despre felul cum ştiinţa pare să nu reuşească uneori să coroboreze o teorie valabilă.

CONTELE RUMFORD ŞI CĂLDURA CA MIŞCARE

Cel ce s-a numit contele Rumford şi-a început viaţa sub numele Benjamin Thompson, născut la Woburn, statul Massachusetts. A fost începutul unei vieţi stranii şi excentrice, nu întotdeauna onorabilă, dar cu siguranţă interesantă. În adolescenţă era gata să-şi piardă viaţa în timp ce prepara explozive pentru sărbătorirea abrogării Legii Ştampilei*, pe cînd lucra la o prăvălie din Salem. După ce s-a însănătoşit, a lucrat un timp la un alt magazin din Boston, iar la 19 ani s-a căsătorit cu o văduvă bogată. Cei doi s-au mutat la o moşie din Rumford (actualmente Concord), statul New Hampshire, dar situaţia a devenit complicată cînd a izbucnit Războiul Revoluţionar şi Thompson a început să-şi spioneze vecinii în favoarea britanicilor. Este de presupus că lucrurile au devenit puţin cam incomode pe-acasă, aşa că s-a îmbarcat pe o navă britanică ce pleca din Boston, lăsîndu-şi în urmă soţia şi copiii.

În Anglia, Thompson a lucrat pentru secretarul de stat britanic pentru colonii (post în care cunoştinţele sale despre America au fost foarte apreciate) şi l-a cunoscut pe Sir Joseph Banks, pe atunci preşedinte al Societăţii Regale. Prin Banks, Thompson i-a întîlnit apoi pe savanţii de frunte ai vremii.

A revenit în colonii înainte de sfîrşitul războiului, ca locotenent-colonel în armata regelui. Din nefericire pentru el, britanicii au pierdut. A fost obligat la exil permanent, plecînd fără întîrziere în Anglia, unde caracterul lui oportunist

---

* Lege a Parlamentului Britanic (1765, abrogată în 1766), care fixa un impozit asupra hîrtiei şi pergamentului folosite în coloniile americane şi care declara orice document scris pe hîrtie neştampilată ca nul şi neavenit (n.tr.).

a ieşit din nou la iveală cînd a început să primească mită şi posibil chiar să facă spionaj împotriva englezilor şi în beneficiul francezilor.

În 1783 a primit permisiunea din partea regelui George al III-lea să plece pe continent, unde s-a dus să lucreze pentru electorul Karl Theodor de Bavaria. Acolo a ocupat diverse posturi administrative, inclusiv ministru de război şi consilier de stat. A construit locuinţe pentru cei fără adăpost, a adus pe continent cartoful şi motorul cu abur al lui Watt şi a îndeplinit alte misiuni. Electorul a fost încîntat de înfăptuirile lui şi Thompson a devenit conte al Sfîntului Imperiu Roman în 1791, alegîndu-şi numele de Rumford, probabil din nostalgie pentru moşia pe care o părăsise în New Hampshire.

Pe cînd se afla în Bavaria, Rumford, care întotdeauna fusese interesat de ştiinţă, s-a implicat profund în studiul naturii căldurii. În 1798, la München, în timp ce prelucra o ţeavă de tun, a observat că metalul se încălzea atît de tare la pătrunderea maşinii de găurit încît trebuia răcit cu apă. Susţinătorii teoriei calorice ar fi explicat asta spunînd că fluidul caloric imponderabil era eliberat din metal în timp ce era îndepărtat şpanul metalic. Dar Rumford a observat că, atîta timp cît operaţiunea de găurire continua, căldura nu scădea, şi dacă s-ar fi măsurat cantitatea de caloric eliberată în timpul operaţiunii, totalul eliberat ar fi fost de ajuns ca să topească metalul dacă (într-un fel oarecare) ar fi fost turnat înapoi în bronz. El a mai observat că dacă se foloseau instrumente atît de tocite încît să nu rezulte nici un pic de şpan, metalul se încălzea şi mai mult faţă de cît era de aşteptat dacă procesul de fragmentare a metalului ar fi fost cel care provoca eliberarea caloricului.

Aşa încît Rumford a propus o teorie cinetică a căldurii, şi anume că mişcarea mecanică a uneltei de sfredelit era

convertită în căldură. Prin urmare, căldura este o formă de mişcare, a conchis el. Era o idee care fusese sugerată înaintea lui de către Francis Bacon, Robert Boyle şi Robert Hooke.

Ideea lui Rumford avea să cîştige curînd aderenţi puternici, care au respins teoria calorică în favoarea celei cinetice. Dar, spre sfîrşitul secolului, teoria calorică a rămas preferata majorităţii fizicienilor şi chimiştilor, fără îndoială influenţaţi încă de opiniile puternice ale lui Antoine Lavoisier precum şi de suportul matematic pentru caloric. Dar s-a dovedit că Rumford a avut dreptate, deşi abia James Joule (1818–1889) va reuşi să ofere o mărime matematică pentru cantitatea de căldură produsă de o cantitate dată de energie mecanică.

Rumford a revenit în Anglia în 1799, de data asta mai... îmblînzit. A fost admis în Societatea Regală pentru realizările sale şi în acelaşi an a înfiinţat Institutul Regal (*Royal Institution*). Thomas Young şi Humphry Davy, doi tineri fizicieni în plină ascensiune, au devenit lectori acolo; Davy, în special, era un entuziast adept al teoriei cinetice a lui Rumford, publicînd rezultatelc unui experiment realizat de el şi despre care credea că susţinea teoria. Dar cei mai mulţi fizicieni nu s-au convins pînă cînd, în cele din urmă, James Maxwell a formulat teoria cinetică în 1871.

În 1804, Rumford (a cărui primă soţie murise între timp) s-a căsătorit cu văduva lui Lavoisier, Marie-Anne, care era bogată şi, firește, celebră (ea şi-a păstrat numele de Lavoisier şi după căsătoria cu Rumford). El avea 50 de ani, iar ea 47. Dar menajul nu a mers bine; cei doi au început să se certe imediat şi au rezistat împreună doar patru ani, Rumford mormăind că Lavoisier avusese noroc să fie ghilotinat. Aşa cum s-a exprimat un istoric, Rumford nu era nici el prea breaz, dar a ieşit foarte avantajat din întreaga afacere, lui rămînîndu-i jumătate din averea lui Marie-Anne Lavoisier.

Fiica lui din prima căsătorie a venit alături de el din America în 1811 şi a avut grijă de el în ultimii ani. Şi, cu toate că era un om morocănos şi adesea lipsit de scrupule, pe lîngă contribuţiile pe care le-a avut la dezvoltarea ştiinţei, a mai contribuit cu numeroase invenţii practice – printre care un boiler dublu, o cafetieră şi o maşină de gătit – pe care le-a lăsat intenţionat nebrevetate (adică spre folosinţă liberă). De asemenea, cînd a murit, în 1814, a donat Statelor Unite cea mai mare parte din moşia sa, precum şi fondurile necesare pentru un post de profesor în ştiinţe aplicate la Universitatea Harvard.

ELECTRICITATEA: MARELE JOC DE SALON

Multă vreme, oamenii au ştiut puţine lucruri despre electricitate. Atît grecii, cît şi chinezii din antichitate au descoperit că o bucată de chihlimbar atrage materiale uşoare, cum ar fi un fulg sau o bucăţică de material textil, dacă este frecată. Grecii numeau această substanţă – o răşină fosilă – *elektron*. Dar nimeni nu ştia prea multe despre ea.

În 1600, în cartea sa despre magnetism, William Gilbert făcea distincţie între magnetism, proprietatea magnetitei de a atrage fierul, şi ceea ce a denumit *vis electrica*, proprietatea chihlimbarului (şi a altor substanţe pe care le-a descoperit, precum smoala şi sulful) de a atrage obiecte atunci cînd sînt frecate. El a fost primul care a sugerat că aceasta nu este o proprietate intrinsecă chihlimbarului, smoalei şi sulfului, ci era un fluid, fie produs, fie transferat prin frecare. Dar nu a discutat prea mult despre *vis electrica*, pentru că o considera ceva lipsit de importanţă.

Şi lipsit de importanţă a rămas multă vreme. În secolul al XVII-lea, savantul irlandez Robert Boyle, a avut parte de o plăcută distracţie şi a relatat ce a constatat:

... acele bucle de păr fals, aduse la un anumit grad de deshidratare, vor fi atrase de pielea anumitor persoane. Am avut dovada observînd aceasta la două frumoase doamne care le purtau; căci în unele momente am observat că nu puteau împiedica buclele să li se lipească de obraji, deşi nici una dintre ele nu folosise fard de faţă.

Iar contemporanul lui Boyle, Otto von Guericke de Magdeburg din Saxonia, a făcut experienţe de electricitate folosind o sferă rotitoare din sulf ca maşină electrică. Creată prin topirea sulfului şi a altor materiale minerale înăuntrul unui glob de sticlă utilizat ca matriţă şi care apoi a fost îndepărtat, această maşină era „mare cît un cap de bebeluş". Pentru a asigura o axă de rotaţie, Guericke a făcut o gaură prin centrul sferei prin care a introdus o tijă din fier cu un mîner pentru rotire. Ţinînd globul cu o mînă, el îl rotea cu cealaltă, iar frecarea electriza sfera, care atrăgea alte obiecte. Von Guericke a constatat că putea să transfere electricitatea altor obiecte, cum ar fi o altă sferă de sulf. Şi a mai observat un alt aspect interesant: obiectele atrase iniţial de globul de sulf erau apoi respinse de acesta de îndată ce îl atingeau.

Prin secolul al XVIII-lea, folosirea globurilor şi tijelor din sticlă electrizate devenise o distracţie de salon în toată Europa. Musafirii se amuzau să se şocheze unii pe alţii, mişcînd obiecte uşoare, precum fulgii, şi ridicîndu-şi unii altora părul măciucă în cap.

Savanţii naturalişti se întrebau ce anume provoca fenomenul. Ei bănuiau că era probabil vorba de un alt fluid

„imponderabil" – aşa cum mulţi dintre ei categorisiseră căldura şi flogisticul, substanţa despre care se credea că provoacă combustia. Pentru a explica fenomenul de atracţie-respingere observat de von Guericke, cea mai populară era teoria celor două fluide. Un fluid respingea, celălalt atrăgea. Frecarea baghetei sau globului din sticlă de o blană transfera o parte din fluide, creînd sarcina electrică. Fluidele opuse se atrăgeau apoi unul pe celălalt (în acelaşi fel în care se atrag polii opuşi ai magneţilor).

Un prim pas înainte s-a produs în 1729, cînd Stephen Gray a constatat că atunci cînd electriza un tub lung din sticlă cu cîte un dop de plută la fiecare capăt, nu numai tubul, dar şi dopurile se electrizau. Şi o invenţie stranie, numită butelia de Leyda, realizată în 1746 în oraşul olandez Leyda de către Pieter van Musschenbroek, a prilejuit experimente şi mai fructuoase. Era un recipient din sticlă acoperit cu o peliculă metalică atît în interior, cît şi la exterior, în esenţă un container (denumit „capacitor" o jumătate de secol mai tîrziu de către Alessandro Volta) care putea înmagazina mari cantităţi de electricitate statică produsă prin frecare. Dacă cineva dorea să descarce (să provoace eliberarea electricităţii din) butelia de Leyda, nu avea decît să-şi apropie mîna de vergeaua centrală; în perioada de început a cercetărilor cu privire la electricitate, asta le-a provocat multor experimentatori scuturături neplăcute. O bucată de metal adusă în apropierea buteliei va provoca scîntei mici şi neregulate, însoţite de pîrîituri ascuţite la trecerea prin deschizătură.

Ca şi globurile şi vergelele din sticlă, butelia de Leyda a devenit un subiect preferat de conversaţie la evenimentele mondene. Dar inventarea sa a marcat totodată şi începutul unor cercetări serioase cu privire la natura şi caracteristicile electricităţii.

BENJAMIN FRANKLIN, DIPLOMATUL ELECTRIC

Omul de ştiinţă american Benjamin Franklin (1706–1790) era cunoscut în toată lumea la data morţii sale ca lider naţional, diplomat internaţional, inventator ingenios şi înţelept. De asemenea, era renumit pentru mintea sa prodigioasă şi stimulatoare – era prieten cu mulţi savanţi europeni, printre care Priestley şi Lavoisier – şi, în special, pentru experienţele sale cu electricitatea, unele dintre ele extrem de riscante.

Benjamin Franklin, prima personalitate de talie mondială a Americii, a fost un desăvîrşit om de ştiinţă şi inventator, precum şi un priceput om de stat. Lentilele bifocale, pe care le-a inventat în 1784, se numără printre numeroasele sale triumfuri.

Cînd s-a retras din afaceri, bogat fiind la 42 de ani, Franklin era liber să se dedice şi mai mult studiilor sale de electricitate pe care le începuse încă din 1746. El a elaborat o teorie conform căreia electricitatea de fricţiune presupunea un transfer de „fluid electric" care lăsa suprafeţele „pozitive" şi „negative". Sarcina pozitivă era mai mult o cantitate suplimentară de fluid, iar sarcina negativă era o lipsă a acesteia. Deşi teoria fluidului nu a rezistat mult dincolo de secolul al XVIII-lea, ideea de sarcini pozitive şi negative a rămas. Această teorie a „fluidului unic" s-a distanţat de cea acceptată în general, a „fluidului dublu".

Franklin a identificat şi legea conservării sarcinii, care spune că pentru fiecare sarcină negativă creată, trebuie să existe o cantitate egală de sarcină pozitivă. Şi toate sarcinile pozitive şi negative din univers trebuie să fie într-un echilibru perfect. Deci dacă un balon este frecat de un pulover de lînă, balonul se încarcă cu sarcină negativă, dar în acelaşi timp lasă o sarcină pozitivă pe pulover. După care, dacă se plasează balonul pe un perete, el va rămîne lipit acolo din cauza uşoarei sarcini pozitive deja prezentă în perete. Alături de teoria fluidului unic a lui Franklin, legea conservării sarcinii a contribuit la explicarea funcţionării recent inventatei butelii de Leyda.

ÎNTREPRINZĂTORUL DOMN FRANKLIN

Pe lîngă activitatea sa ştiinţifică şi politică, Benjamin Franklin a fost şi primul mare editor american. Începînd cu 1732, al său almanah *Poor Richard's Almanack* a cunoscut 25 de ediţii în următorii 25 de ani, devenind la acea vreme cea mai populară publicaţie (după Biblie) din colonii. De fapt un manual agricol, *Almanahul* era înţesat de reţete,

informații utile și nepretențioase despre subiecte precum sănătatea și igiena personală, ca și proverbe cu iz folcloric, de regulă atribuite lui „Richard Saunders", în realitate Franklin însuși.

Reorganizînd sistemul poștal rudimentar din colonii după ce a devenit ministru al Poștelor, Franklin a îmbunătățit răspîndirea și circulația *Almanahului* său, precum și serviciul poștal în general, dublînd și uneori triplînd serviciul poștal în zonele rurale, sporind viteza de livrare și îmbunătățind drumurile între Maine și Georgia, creînd un sistem care a devenit cunoscut sub numele de Șoseaua Regelui.

Succesul lui în afaceri, la care contribuiau și unele invenții practice precum cuptorul Franklin, i-au permis să se retragă în 1748, cu intenția de a se dedica activității științifice pentru tot restul vieții. Printre preocupările lui se numărau celebrele sale experiențe în domeniul electricității, precum și concepția despre lumină care respingea teoria corpusculară și prevestea opera lui Thomas Young de la începutul secolului al XIX-lea.

După ce a înființat Societatea Filozofică Americană în 1743, a mai înființat în 1749 un colegiu care avea să devină mai tîrziu Universitatea Pennsylvania. A călătorit în Marea Britanie ca agent al Adunării Pennsylvaniei în 1757 și a traversat Atlanticul de mai multe ori, participînd la întruniri ale Societății Regale și făcînd în același timp campanie pentru independența coloniilor americane ca principal purtător de cuvînt al acestora în Marea Britanie.

Franklin este probabil cel mai bine cunoscut ca unul dintre redactorii Declarației Americane de Independență din 1776 și ca unul dintre celebrii ei semnatari. El a mai reușit să asigure ajutorul francez, în timpul misiunii sale

diplomatice în Franța (1777–1785) și a jucat un rol important în negocierile finale pentru pace de la sfîrșitul Războiului Revoluționar, care au garantat independența Americii în 1783.

Prima personalitate de talie mondială a Statelor Unite ale Americii, Franklin a dobîndit o popularitate atît de mare după război încît s-a văzut încă o dată atras în vîrtejul activităților civice și politice. El a continuat să îndeplinească diferite funcții, printre care este de menționat importanta sa implicare în ratificarea Constituției Statelor Unite, înainte de moartea sa în 1790.

Capacitatea buteliei de Leyda de a acumula sarcini electrice mari a făcut posibile tot felul de experimente, utilizări și „isprăvi" – iar Franklin era încîntat de ea („acea minunată butelie... acel minunat borcan!", remarca el la un moment dat). Atît de mult, încît în 1749 Franklin și prietenii săi au decis să organizeze o petrecere pe malurile rîului Schuylkill. Tema petrecerii era electricitatea, utilizările și minunățiile ei. Ei au plănuit să trimită o scînteie electrică prin apă de la un mal la celălalt al rîului, să omoare un curcan prin șocuri electrice (ceea ce frăgezea carnea) și să-l gătească la un foc provocat de „sticla electrizată". În tot cazul, ziua s-a încheiat într-o notă șocantă, după cum relata Franklin într-o scrisoare adresată fratelui său John:

> *Tocmai cînd mă pregăteam să fac de petrecanie unui curcan prin șocul produs de două borcane mari de sticlă care conțineau un foc electric comparabil cu patruzeci de fiole obișnuite, din*

greşeală am receptat totul prin braţele şi corpul meu, primind cu o mînă focul de la firele de sus reunite, în timp ce cu cealaltă ţineam un lanţ care lega exterioarele celor două borcane. Cei care au fost de faţă (şi ale căror discuţii cu mine şi între ei probabil că au provocat neatenţia mea faţă de ceea ce făceam) au spus că fulgerul luminos a fost foarte puternic şi că s-a auzit un zgomot ca un pocnet de pistol. Totuşi, dat fiind că simţurile mi-au dispărut instantaneu, nici n-am văzut, nici n-am auzit nimic. După cum n-am simţit nici lovitura de pe mîinile mele... Pe urmă am simţit ceva ce nici nu ştiu cum să descriu, ca un fel de lovitură generală prin tot corpul, din cap pînă în picioare, atît pe dinăuntru, cît şi pe dinafară. După care, primul lucru pe care l-am observat a fost o scuturătură rapidă şi violentă a corpului meu, care s-a atenuat treptat, pe măsură ce şi simţurile mi-au revenit.

Pocnetul şi forma neregulată a scînteilor l-au făcut pe Franklin să mediteze la legătura dintre electricitatea statică din butelia de Leyda şi fulgerele atmosferice, ceea ce l-a condus la cel mai celebru (şi cel mai periculos) dintre experimentele sale. În timpul unei furtuni din 1752, el a lansat un zmeu de hîrtie care fusese special pregătit cu o sîrmă ascuţită la un capăt, ataşată de un fir de mătase (mătasea conduce foarte bine sarcina electrică). Ideea era că firul de mătase va conduce electricitatea din atmosferă (presupunînd că acolo exista electricitate) la sol, unde Franklin ataşase o cheie

metalică. El a pîndit cerul pînă la apariţia prilejului favorabil şi, cînd a văzut fulgerul pîlpîind pe cer, a ridicat mîna spre cheie. O scînteie a străbătut intervalul dintre mînă şi cheie, exact ca în experienţele cu butelia de Leyda. Franklin a reuşit de asemenea să încarce butelia de Leyda de la fulger, dovedind astfel natura electrică a fulgerului, şi a fost ales membru al Societăţii Regale.

În orice caz, Franklin a avut un noroc extraordinar. Următorii doi oameni care au încercat să repete experimentul lui au murit.

Spirit practic neobosit, Franklin a găsit imediat o utilizare pentru rezultatul experienţei sale, inventînd primul paratrăsnet şi, pînă în 1782, 400 de case din Philadelphia, oraşul în care locuia, erau protejate cu paratrăsnete. De asemenea, a montat clopoţei în casă care sunau ori de cîte ori norii treceau pe deasupra, astfel încît să poată profita de prilej pentru a colecta sarcini electrice sau pentru alte experimente.

LEGEA LUI COULOMB

Charles Augustin de Coulomb (1736–1806) a formulat o altă lege esenţială a electricităţii în 1789. El a decis să măsoare forţa electrică folosind două bile din plută încărcate electric, ataşate la o tijă care, la rîndul ei, era suspendată de o sîrmă. În apropiere a plasat alte două bile din plută cu sarcini electrice opuse. Ştia exact ce cantitate de sarcină electrică are fiecare bilă şi putea calcula forţa de atracţie dintre bile măsurînd unghiul de torsiune din sîrmă. Rezultatele l-au uimit atît pe el, cît şi pe toţi ceilalţi. El a descoperit că forţa electrică dintre două sarcini depinde de mărimea celor două sarcini. Altfel spus, cu cît este mai mare diferenţa dintre cele două sarcini electrice, cu atît mai mare este atracţia dintre ele. De asemenea, a mai constatat că, cu cît este mai mare distanţa

dintre sarcini, cu atît atracţia este mai mică. Dacă distanţa se dublează, forţa de atracţie scade de patru ori. Dacă distanţa este de trei ori mai mare, forţa de atracţie se micşorează de nouă ori. Şi aşa mai departe. El a sintetizat aceste rezultate în „legea lui Coulomb", care stabileşte că forţa dintre două sarcini electrice este direct proporţională cu produsul dintre sarcini şi invers proporţională cu pătratul distanţei dintre sarcini.

Coulomb şi colegii lui şi-au dat seama cu uimire că legea pătratelor inverse este o paralelă exactă la legea gravitaţiei universale a lui Newton. Pornind de la rezultatele lui Coulomb, se poate trage concluzia că gravitaţia şi electricitatea funcţionează foarte asemănător. Fiindcă tot ajunsese aici, Coulomb a făcut un studiu similar al magnetismului şi a descoperit că şi forţa magnetică respectă o lege a pătratelor inverse – ceea ce era o veste extrem de interesantă, deoarece demonstra că toate aceste forţe fundamentale respectau legi similare. Într-adevăr, universul trebuie să funcţioneze după un set simplu, clar şi ordonat de principii. Pe măsură ce secolul al XVIII-lea se apropia de sfîrşit, fizicienii trebuie să fi fost cuprinşi de un sentiment de entuziasm şi de nerăbdare cu gîndul la descoperirile ce aveau să vină, mai ales în domeniul electricităţii, acel subiect „banal" care devenise dintr-o dată foarte interesant.

Amurgul secolului al XVIII-lea era luminat de zorii unei noi ere, o perioadă în care electricitatea va fi stăpînită de oameni şi pusă la treabă. În anul 1800, Alessandro Volta, un profesor italian de fizică, va inventa prima baterie electrică ce va permite oamenilor de ştiinţă să producă electricitate şi să o studieze mult mai eficient în condiţii de laborator. Iar în 1831, Michael Faraday, fizician şi chimist englez, va produce electricitate mişcînd un magnet printr-o bobină din sîrmă de cupru, producînd primul generator electric, dinamul.

MOŞTENIREA LĂSATĂ DE SECOLUL AL XVIII-LEA ŞTIINŢELOR FIZICE

În domeniul ştiinţelor fizice, moştenirea lăsată de secolul al XVIII-lea celor ce au urmat a cuprins cîteva contribuţii „cuminţi", dar semnificative în acelaşi timp: noua recunoaştere a importanţei analizei cantitative, continuarea practicării principiilor lui Galilei de metodologie, observare şi experimentare riguroasă şi dezvoltarea deprinderilor experimentale.

În plus, progrese teoretice şi experimentale au fost înregistrate de filozofii şi experimentatorii secolului al XVIII-lea în toate domeniile ştiinţelor fizice.

În astronomie, descoperirea unei noi planete, măsurarea distanţei pînă la Soare şi formularea unor idei noi despre nebuloase şi galaxii au dezvăluit că atît Sistemul Solar, cît şi universul sînt mult mai mari şi mai complexe decît îşi imaginase oricine pînă atunci.

Geologii, luptînd împotriva conflictelor ideologice cu relatările biblice ale creaţiei Pămîntului, au realizat, cu toate acestea, studii ale straturilor de roci şi ale altor formaţiuni geologice, alcătuind un tezaur de teorii despre istoria Pămîntului. Spre sfîrşitul secolului, ei au fost ţinuţi pe loc de larga acceptare a teoriei catastrofismului formulată de Cuvier, dar James Hutton conturase deja începuturile unei doctrine, uniformitarianismul, care se va dovedi mult mai productivă.

Secolul al XVIII-lea a cunoscut o veritabilă revoluţie ştiinţifică în chimie, transformînd complet acest domeniu al cercetării faţă de rădăcinile sale medievale. Black şi Lavoisier au stabilit noi metode cantitative; Priestley, Scheele, Cavendish, Lavoisier şi alţii au contribuit cu toţii la un nou

mod de înțelegere a gazelor; o nouă nomenclatură științifică a adus o foarte necesară precizie în limbajul chimiei.

În fizică, legea gravitației universale formulată de Newton a fost validată de măsurarea cu succes a formei Pământului. Și, în pofida unei strădanii continue de confruntare cu natura căldurii, în care progresul era frînat de teoria căldurii ca fluid sau „caloric", descoperirile despre caracteristicile căldurii și metodele de măsurare a acesteia au făcut posibile unele dintre marile progrese ale Revoluției Industriale. Secolul al XVIII-lea a cunoscut de asemenea primele studii științifice ale fenomenului electricității, inclusiv inventarea primului capacitor (butelia de Leyda), și explorarea unora dintre caracteristicile acesteia.

Cu toate acestea, multe rămîneau de făcut în domeniul științelor fizice. Care era adevărata natură a electricității? Ce era magnetismul? Ce era căldura? Ce era lumina? Ce mister stăruia în miezul reacțiilor chimice? Cît de departe dincolo de visurile noastre se întindea cu adevărat universul? Era Pământul tînăr sau bătrîn, și ce forțe îl modelaseră cu adevărat?

Scena fusese pregătită pentru secolul următor. Drama minunat de complexă avea mai multe acte. Probabil că, de fapt, nu se sfîrșește niciodată. Pentru moment, totuși, cercetătorii științifici ai secolului al XVIII-lea, prin intermediul interogărilor la care au supus natura, au inițiat o listă nouă și provocatoare de întrebări în științele fizice. Era rîndul următoarei generații de cercetători să încerce găsirea unor răspunsuri noi. Dar aceasta este o altă poveste.

Între timp, în domeniul științelor vieții, spiritul Epocii Rațiunii și Revoluția Newtoniană asigurau noua structură a direcțiilor de cercetare.

PARTEA A II-A

ȘTIINȚELE VIEȚII ÎN SECOLUL AL XVIII-LEA

CAPITOLUL 6

LINNAEUS: MARELE ORGANIZATOR

Luat din primele zile ale secolului al XVI-lea şi transportat în secolul al XVIII-lea, un călător în timp dezorientat probabil că nu ar mai recunoaşte lumea. Geniul combinat al gînditorilor secolului al XVII-lea a schimbat faţa universului fizic – cel puţin aşa cum îl vedeau oamenii. Pămîntul nu mai era centrul universului, ci doar una dintre planetele ce se rotesc în jurul Soarelui. Soarele însuşi, la fel ca şi întreg Sistemul Solar, se afla în mişcare. Frumoasele sfere perfecte ale lui Aristotel şi Ptolemeu fuseseră date uitării. Stelele se mişcau. Cerul era plin de ceea ce păreau a fi alte galaxii iar acestea, spuneau astronomii, erau şi ele în mişcare. Unii se aventurau să presupună că, în interiorul acelor galaxii, alte sisteme solare se roteau în jurul respectivilor sori. Se părea că totul era mişcare, o mişcare neîntreruptă şi previzibilă matematic.

Numai în domeniul ştiinţelor naturale – ceea ce numim astăzi ştiinţele vieţii – nedumeritul călător în timp ar găsi idei familiare. De acum înainte, cei din domeniul ştiinţelor fizice acceptaseră mişcarea şi nu fixitatea, sau permanenţa, ca principiu călăuzitor. Dar pentru cei ce studiau formele vii, o idee din antichitate continua să deţină supremaţia la începutul secolului al XVIII-lea: Marele Lanţ al Existenţei.

Acesta a fost un concept care a dominat biologia începutului de secol al XVIII-lea: ideea că formele vii, create de Dumnezeu, erau fixe şi pentru totdeauna aceleaşi, fiecare formă de viaţă făcînd parte dintr-un proiect măreţ, ca o treaptă pe o scară sau ca o verigă într-un lanţ.

Avîndu-şi originile în Grecia antică şi dezvoltată de filozofii creştini, această idee a marelui lanţ al existenţei susţinea că tot ce ar putea exista există deja. Şi a existat dintotdeauna. Că toate, de la obiectele neînsufleţite la fiinţele vii, fie că e vorba de insecte, peşti sau oameni, formează o legătură permanentă şi care nu poate fi schimbată de-a lungul unui lanţ care era aranjat într-o ierarhie de la inferior la superior. Plantele erau mai sus de-a lungul acestui lanţ decît rocile. Animalele erau mai sus decît plantele, anumite animale erau mai sus decît altele, iar oamenii erau şi mai sus. Pentru mulţi, lanţul se întindea mai departe – dincolo de om, spre ierarhia îngerilor, extinzîndu-se într-o perfecţiune mereu crescîndă către Dumnezeu. Fiecare verigă din lanţ, fie insectă, cimpanzeu sau om, era permanent fixată în poziţie, şi fiecare verigă avea într-o parte o verigă inferioară, iar în cealaltă o verigă superioară. Poziţia fiecărei creaturi pe lanţul existenţei fusese stabilită de către Dumnezeu de la început şi nu putea fi schimbată. Mai mult, conform adepţilor acestei idei, nici o nouă specie nu a fost creată după Creaţie, şi nici una nu a dispărut. Şi asta pentru că, în oricare situaţie, s-ar fi modificat lanţul, ceea ce era o imposibilitate, întrucît Dumnezeu îl crease perfect de la bun început.

Carl von Linné, mai cunoscut sub numele latinizat Carolus Linnaeus, credea cu tărie în marele lanţ. Dar, aşa cum se întîmplă adesea cu oamenii de ştiinţă, marea lui operă a sporit cunoaşterea umană în vreme ce acţiona împotriva propriilor sale convingeri. Căci zilele conceptului Marelui Lanţ al Existenţei, cu insistenţa sa asupra permanenţei şi fixităţii, erau numărate chiar începînd din secolul al

XVIII-lea, iar lucrarea principală a lui Linnaeus – un sistem de clasificare masiv, neierarhizat – a contribuit într-un fel la moartea lui.

CAROLUS LINNAEUS, UN STUDENT LENEŞ

Născut în sudul Suediei la 23 mai 1707, Linnaeus era fiul unui preot sărac care şi-a ales numele de familie după un tei uriaş ce creştea în apropierea locuinţei sale. În vreme ce tatăl lui Linnaeus spera ca fiul lui să-i calce pe urme şi să se pregătească pentru preoţie, Linnaeus nu se prea omora cu învăţătura şi nici nu manifesta un interes deosebit pentru teologie. Prefera să-şi petreacă zilele chiulind de la ore. Şi asta nu pentru că n-ar fi fost un om curios; dar curiozitatea lui era axată pe domenii care nu se studiau în mod necesar în şcoală. Linnaeus se îndrăgostise de botanică.

Situaţia a provocat multe certuri şi discuţii acasă şi, ca o consecinţă, copilăria lui Linnaeus a fost în mare parte nefericită. Din fericire totuşi, el şi-a găsit un prieten în rectorul şcolii, care a intuit inteligenţa copilului şi i-a pus în braţe numeroase cărţi de botanică. Un profesor de fizică a contribuit de asemenea la salvarea lui, explicînd cu tact părintelui nemulţumit că fiul lui era un copil inteligent şi capabil să asimileze rapid atunci cînd subiectul îl interesa. În plus, a sugerat acelaşi profesor, interesul lui pentru botanică ar putea fi canalizat spre o carieră în medicină. Intervenţia profesorului pare să fi avut drept rezultat un compromis în familie. Profesorul l-a luat chiar pe tînărul Linnaeus acasă la el şi l-a ajutat să se pregătească pentru admiterea la o universitate din oraşul apropiat Lund.

Totuşi, la Lund, Linnaeus nu a dus-o bine. Medicina nu îl pasiona deloc. Şi dacă l-ar fi pasionat, ar fi fost profund dezamăgit. Instituţia trecea prin dificultăţi financiare şi nu avea decît un instructor de medicină în tot corpul profesoral.

Carolus Linnaeus (1707-1778), fondatorul taxonomiei biologice

Plictiseala s-a instalat rapid şi Linnaeus a început din nou să chiulească de la cursuri şi să se dedice studiului naturii.

Din fericire totuşi, Linnaeus a avut noroc încă o dată. Reuşise să se cazeze la unul din profesorii universităţii, Kilian Stobaeus. Într-o noapte, Stobaeus l-a surprins pe Linnaeus furişîndu-se în bibliotecă pentru a citi cărţile de botanică ale profesorului. Cînd Stobaues i-a cerut explicaţii, Linnaeus a încercat să-l asigure că nu a avut nici o intenţie rea. În timp ce se justifica, a demonstrat că posedă cunoştinţe atît de temeinice de botanică, încît Stobaeus i-a dat practic pe mînă biblioteca, acordîndu-i totodată încurajările şi prietenia sa.

Totuşi, în pofida prieteniei lui Stobaeus, Linnaeus era nefericit la Lund. Aşa încît, cu notele sale proaste cu tot, a plecat la Universitatea din Uppsala, oraş situat la 60 de

kilometri nord de Stockholm, unde a fost atras de vestitele grădini botanice din oraş. Dar şi aici a fost dezamăgit. Cîndva o instituţie de învăţămînt puternică, Uppsala, ca şi Lund, trecea prin dificultăţi financiare. Grădinile botanice se aflau într-o stare jalnică, iar facilităţile medicale erau atît de sărăcite încît şcoala nu mai avea nici măcar un laborator propriu, rezumîndu-se la ţinerea lecţiilor de chimie într-o spiţerie.

Atît de sărac şi de prost hrănit încît ajunsese să sufere de scorbut, dureri de cap şi malnutriţie, Linnaeus ar fi putut să părăsească şi Uppsala dacă nu ar fi avut încă o dată norocul de a cunoaşte un profesor vîrstnic. Într-o zi, pe cînd chiulea iarăşi de la cursuri (un obicei de care nu se putuse dezbăra) şi studia ce mai rămăsese din florile aflate în grădina botanică, Linnaeus a dat peste profesorul de teologie Olaf Celsius, care îşi făcuse un hobby din botanică. Experienţa fericită de la Lund s-a repetat: în loc să fie dojenit pentru că lipsea de la cursuri, lui Linnaeus i s-a oferit şansa de a folosi biblioteca de botanică bine dotată a lui Celsius.

Întîlnirea dintre cei doi a avut drept urmare invitaţia adresată lui Linnaeus de a trăi alături de Celsius. În acelaşi timp a început să cîştige modeste sume de bani meditînd alţi studenţi la botanică, şi, treptat, şi-a clădit o reputaţie printre profesorii de la Uppsala pentru cunoştinţele sale de botanică.

După ce a citit recenzia unui articol despre sexualitatea plantelor, Linnaeus a început unele studii proprii, în special asupra staminelor şi pistilurilor plantelor. Rezultatul s-a concretizat într-un scurt articol pe care i l-a prezentat lui Celsius drept cadou de Anul Nou. Celsius a fost atît de impresionat încît a pus să se facă cópii după articol, pe care apoi le-a răspîndit. Cînd un exemplar a fost citit la Academia Regală Suedeză de Ştiinţă, cei de acolo i-au recunoscut meritele şi au decis tipărirea oficială a articolului la imprimeria academiei. A fost pentru prima oară cînd Linnaeus a simţit cu adevărat gustul reuşitei.

Din momentul acela, atitudinea şi situaţia lui Linnaeus au cunoscut o schimbare spectaculoasă. El a cerut de îndată şi i s-a aprobat numirea ca lector, avînd ca subiect plantele din grădinile botanice.

Cariera lui a început să capete o turnură mai luminoasă, dar este posibil ca această schimbare favorabilă a sorţii să i se fi urcat la cap. Dintotdeauna un individualist, el a devenit mai excentric şi mai egoist. Fiind o persoană pioasă (chiar dacă nu şi-a dorit să devină preot), a devenit un moralist convins de justeţea propriilor sale opinii. În plus, era cuprins de o ambiţie arzătoare. După atîţia ani în care a tot încercat să-şi justifice opţiunile, era în sfîrşit acceptat ca botanist legitim.

Gustul succesului era foarte plăcut. Atît de plăcut încît a decis să-l consolideze cu o realizare spectaculoasă care să ajungă dincolo de graniţele săracului oraş Uppsala şi care să-l înalţe mult deasupra concurenţilor săi, chiar deasupra celor cu merite academice mai mari.

EXPEDIŢIA ÎN LAPONIA

În 1732, ajutat de o mică bursă din partea guvernului suedez, Linnaeus a pornit într-o expediţie, propunîndu-şi să studieze viaţa vegetală din ţinuturile Laponiei, regiunea din nordul îndepărtat al Scandinaviei, dincolo de Cercul Polar. Experienţa a fost cea mai dramatică din întreaga sa viaţă şi una la care a făcut adeseori referiri atunci cînd scria despre el însuşi (ceea ce se întîmpla destul de des: a scris nu mai puţin de patru autobiografii, fiecare diferită de precedenta). Timp de cinci luni, prost echipat (întreaga expediţie a avut o finanţare de circa 100 de dolari) şi luptînd împotriva elementelor ostile, Linnaeus a străbătut pe jos ţinuturile nordice pustii, culegînd plante şi observaţii de peste tot. Călătorind

în cea mai mare parte pe jos, a dormit învelit cu blănuri de animale pe care le folosea ziua pentru a se proteja de frig. A colindat în lung şi în lat bazinele rîurilor din Golful Botnic, croindu-şi încet drum spre nord, avansînd cu greu prin apa rece, adîncă pînă la genunchi din mlaştinile îngheţate, străbătînd pădurile şi căţărîndu-se pe coastele munţilor.

Una peste alta, Linnaeus a acoperit aproape 12 000 de kilometri pătraţi în Scandinavia nordică, cel mai adesea pe jos în ţinuturile nordice reci, şi s-a întors cu o colecţie impresionantă de peste 100 de specimene noi. Tot de acolo a adus şi un costum lapon viu colorat, pe care mai tîrziu obişnuia să-l poarte în ocaziile publice sau oficiale pentru a le aminti tuturor de aventurile sale.

Revenind la Uppsala, reputaţia lui a crescut, dar nu a reuşit să-i îmbunătăţească situaţia materială, aşa că a continuat să ţină lecţii în faţa unui public din ce în ce mai numeros şi mai apreciativ. Totodată a avut norocul să se îndrăgostească de fiica unui medic bogat, care nu numai că era de acord cu aventurosul şi piosul botanist, dar i-a şi dat destui bani ca să se poată duce la o mică universitate olandeză unde să obţină licenţa în medicină. De bună seamă că nu a fost o treabă prea dificilă, din moment ce s-a întors după numai cîteva luni cu licenţa în buzunar. În orice caz, diploma astfel obţinută urma să-i asigure o cale de rezervă în cazul în care cariera de botanist ar fi eşuat vreodată.

Totuşi, de acum înainte Linnaeus era foarte sigur că nu va avea nevoie de o asemenea rezervă.

A PUNE ORDINE ÎN DIVERSITATE

Aventura lui Linnaeus în Laponia, cu marea diversitate de viaţă vegetală de acolo, l-a pus în faţa uneia dintre cele mai complexe şi mai stupefiante probleme cu care se confruntau botaniştii şi alţi specialişti în istoria naturii. Dar el a găsit o cale de rezolvare. Revenind încă o dată la Uppsala, a

Linnaeus căzînd în adîncul unei crevase din Laponia

început să lucreze la o carte dinainte plănuită, o carte despre care era sigur că-i va consolida prestigiul de botanist o dată pentru totdeauna.

Şi a avut dreptate. Publicat în 1735, micul volum intitulat *Systema naturae* a stabilit un sistem deosebit de metodic de clasificare a vietăţilor şi l-a adus în situaţia de a deveni cel mai celebru savant al Suediei, fondatorul taxonomiei moderne. Revizuită şi extinsă ulterior, de-a lungul anilor, ea le-a oferit în sfîrşit botaniştilor şi naturaliştilor o cale de rezolvare a uneia dintre cele mai supărătoare şi mai enigmatice probleme: cum să numească şi să clasifice formele de viaţă de pe

planetă. Căci din momentul în care oamenii au început să observe şi să scrie despre natură, ei au avut de furcă cu denumirile specimenelor şi cu specificarea relaţiilor acestora cu alte specimene. De exemplu, aceeaşi plantă putea fi găsită în zone foarte diferite de pe glob şi în fiecare zonă putea să poarte un nume diferit. Naturaliştii şi cei care studiau planta respectivă aveau nevoie de o modalitate de a o identifica după o denumire pe care să o poată folosi cu toţii atunci cînd făceau schimb de informaţii. În mod ideal, denumirea trebuia să sugereze o caracteristică descriptivă şi utilă despre specimen, care să le permită să grupeze specimene similare astfel încît să le poată studia similitudinile şi diferenţele. Era evident, de exemplu, că un cîine se deosebeşte de o balenă: balenele trăiesc în apă, în vreme ce cîinii trăiesc pe uscat. Dar cît de diferit era cîinele de pisică? Amîndouă animalele trăiesc pe uscat, amîndouă au blană şi patru picioare. Împărţirea animalelor în doar două grupe, cele ce trăiesc pe uscat şi cele ce trăiesc în apă, nu era suficientă. Categoriile erau prea mari şi puteau fi cît se poate de înşelătoare. De fapt, un respectabil om de ştiinţă din perioada lui Linnaeus a mers pe această cale şi a grupat castorii alături de peşti, dat fiind că şi unii şi ceilalţi trăiesc în apă. Inutil de precizat că era o clasificare extrem de înşelătoare – în asemenea măsură încît, o vreme, Biserica Catolică a permis să se consume şi castorii în zilele de post (cînd nu aveai voie să mănînci decît peşte!)

Spre sfîrşitul secolului al XVII-lea, naturalistul englez John Ray făcuse un oarecare progres în problema tot mai spinoasă a clasificării. Dar, în urma unei adevărate avalanşe de noi specimene de plante şi animale provenite din toate colţurile lumii ca urmare a activităţii neobosite a exploratorilor şi negustorilor, devenise evidentă necesitatea stringentă de a găsi nou sistem de denumire şi clasificare a specimenelor. Abia după aceea se putea vorbi despre o activitate ştiinţifică serioasă cu privire la noile descoperiri incitante.

Linnaeus ştia că sistemul conceput de el nu era „natural", că nu reprezenta planul suprem al naturii şi nu reflecta descrierea finală a Marelui Lanţ al Existenţei. Dar obiectivul lui principal era să creeze un sistem de nomenclatură care să fie practic şi uşor de folosit. El a reuşit aceasta cu un asemenea succes încît mare parte din sistemul său, modificat, se foloseşte şi astăzi, după mai bine de 200 de ani. Linnaeus a grupat plantele şi animalele în grupuri pe care le-a numit genuri şi pe care le-a împărţit în specii. Şi a folosit ceea ce oamenii de ştiinţă numesc o *nomenclatură binară*, adică un sistem de denumiri alcătuit din două părţi (binar). Deoarece latina rămăsese limba internaţională a ştiinţei, numele pe care le-a dat erau latine sau latinizate, iar tradiţia aceasta s-a păstrat pînă astăzi. Fiecare denumire binară începe cu genul din care face parte respectiva vietate, urmat de specie. El a grupat în genuri animalele şi plantele care păreau să aibă ceva în comun (de regulă o structură, o formă anatomică, sau o modalitate de reproducere distinctivă.) De exemplu, zebrele şi caii au în mod evident similitudini, în vreme ce cîinii şi caii au mult mai puţine trăsături comune. Prin urmare, Linnaeus a inclus caii şi zebrele în acelaşi gen, *Equus*. În schimb, cîinii sînt clasificaţi în genul *Canis* (din care fac parte şi lupii). Denumirea comună a membrilor unui gen indică anumite similitudini ale grupului, dar caii şi zebrele prezintă în acelaşi timp unele caracteristici distinctive. Aşa încît zebra a fost numită *Equus zebra*, în vreme ce caii sînt *Equus caballus*, a doua parte a numelui, specia, subliniind aspectele unice ale diferiţilor membri ai genului. Linnaeus recunoştea că sistemul de denumire era înşelător. S-au purtat discuţii aprinse cu privire la ce anume constituia o specie: organismele care se puteau reproduce între ele? Ce era de făcut atunci cu organismele care nu se puteau reproduce, cum ar fi catîrii? „Primul pas spre înţelepciune", scria Linnaeus, „este să cunoşti lucrurile în sine. Aceasta înseamnă să ai o idee sigură despre

acele lucruri; lucrurile se disting şi sînt cunoscute printr-o clasificare metodică şi atribuirea unor denumiri adecvate... clasificarea şi atribuirea denumirilor vor constitui fundamentul ştiinţei noastre." Şi într-o mare măsură a avut dreptate. Fără doar şi poate că sistemul lui a contribuit hotărîtor la aducerea metodei în studiul vietăţilor. O dată cu publicarea lucrării *Systema naturae*, Linnaeus a devenit celebru peste noapte. În sfîrşit, se părea că naturalistul suedez reuşise să depăşească punctul mort în care ajunsese clasificarea. Linnaeus a devenit erou naţional, Prinţul Botaniştilor, aşa cum l-au numit mulţi contemporani ai săi.

Spre deosebire de alte evenimente ale revoluţiei ştiinţifice din secolele al XVII-lea şi al XVIII-lea, marea realizare a lui Linnaeus a avut aparenţa înşelătoare a unei descoperiri fără impact ideologic violent. Spre deosebire de Copernic şi Galilei, el nu părea să deranjeze Sistemul Solar şi nici să ameninţe gîndirea religioasă oficială. Dimpotrivă, lăsa impresia că nu face decît să meargă pe urmele lui Adam, dînd nume creaturilor lui Dumnezeu. El a oferit o ordine temporară fără să tulbure ordinea religioasă. Marele Lanţ al Existenţei rămînea intact. Studiile şi clasificările sale l-au convins că, în conformitate cu planul lui Dumnezeu, inamovibilitatea speciilor era o lege a naturii. Şi fiecare fiinţă, avînd asigurat un loc precis în marele lanţ, fusese personal proiectată de către creator. Deşi există unele dovezi că, ulterior, Linnaeus şi-ar fi schimbat într-o oarecare măsură unele idei privind noile specii, intenţia lui a fost ca cea mai celebră şi mai influentă operă a sa să sprijine puternic imaginea tradiţională a stabilităţii speciilor, precum şi rolul unic al lui Dumnezeu în creaţie.

„Întrucît nu există nici specii noi", scria el, „(1): întrucît făpturile de aceeaşi formă dau naştere unor făpturi de aceeaşi formă (2): întrucît un membru al unei specii se află la originea progeniturii, (3): este necesar să atribuim această unitate de

Linnaeus în costum lapon

procreare unei fiinţe omnipotente şi omnisciente, şi anume lui *Dumnezeu*, a cărui lucrare se cheamă *creaţie*. Acest lucru este confirmat de mecanismul, legile, principiile, constituţiile şi senzaţiile din fiecare fiinţă individuală."

Deşi a refuzat să-l urmeze pe tatăl său pe calea preoţiei, era convins că lucrarea sa îi îngăduise să meagă pe un drum mai important, unul care se identifica, cum scria el ulterior, cu „însăşi cărarea creatorului". Dintotdeauna un individ complex, caracterizat de numeroase contradicţii, Linnaeus nu a renunţat niciodată la lipsa sa de modestie sau la pioşenia sa.

Aşadar, pentru majoritatea oamenilor de ştiinţă, noul sistem al lui Linnaeus a apărut ca un miracol intelectual. Ca din senin, de la o universitate săracă din Suedia a apărut, în sfîrşit, o modalitate de rezolvare a vechii probleme a clasifi-

cării. El a adus ordine şi metodă în identificarea uriaşei diversităţi a vieţii. Aproape imediat s-a declanşat sporirea considerabilă a activităţii de colectare de specimene din lumea întreagă, însuşi Linnaeus îndemnîndu-şi studenţii entuziaşti să călătorească pe întreg mapamondul în căutarea unor noi descoperiri. A fost o muncă plină de pericole. Unele estimări susţin că unul din trei emisari-studenţi ai lui Linnaeus au murit în timpul căutărilor lor. Dar de-acum înainte specimenele noi şi misterioase nu mai erau adunate doar pentru a fi puse deoparte şi uitate prin încăperi prăfuite sau muzee de curiozităţi. Acum fiecare plantă sau animal putea fi etichetat sau „identificat" şi fiecare nouă descoperire îşi putea găsi nişa corespunzătoare pentru a contribui cu cunoştinţe utile la harta naturii care se extindea rapid. Iar numărul lor, mulţumită unor expediţii precum cea a căpitanului James Cook, creşteau cu repeziciune. Linnaeus a dat denumiri ştiinţifice la 4200 de animale şi la 7700 de plante. Astăzi sistemul a fost extins treptat pentru a face loc la circa 350 000 de plante şi la peste un milion de animale.

Sistemul lui Linnaeus a reprezentat o ispravă ameţitoare pentru naturalistul ce poate fi considerat într-o bună măsură autodidact. La întoarcerea sa în Suedia, în 1741, el şi-a început practica medicală şi a fost numit la o catedră de medicină. Un an mai tîrziu a trecut la catedra de botanică a Universităţii din Uppsala. În 1761, Linnaeus, fiul unui preot suedez sărac, a fost primit în Casa Nobiliară Suedeză, acordîndu-i-se dreptul de a purta numele de Carl von Linné. A murit în 1778 şi a rămas pînă la sfîrşit o legendă şi o personalitate venerată în ţara sa de origine.

Dar nu toată lumea era de acord cu sistemul lui Linnaeus. Acesta avea slăbiciuni şi deficienţe vizibile şi, în spiritul intelectual critic al secolului al XVIII-lea, mulţi oameni de ştiinţă şi filozofi aveau reţineri cu privire la aspectele sale de inconsistenţă. Parte din acei critici au declanşat o mişcare ce

va provoca, în secolul următor, o revoluție în biologie care pentru mulți va avea consecințe încă mai dramatice chiar și decît marea revoluție copernicianã din secolul al XVII-lea: teoria evoluției.

Carolus Linnaeus a luptat mereu împotriva ideii de evoluție – iar primele semnale ale acestei idei începuseră deja să se facă auzite. El credea că toate speciile fuseseră create separat de la început și, era convins de asta, nici o specie nouă nu apăruse după creație. Și nici nu dispăruse vreuna.

Sistemul lui Linnaeus a fost schimbat într-o oarecare măsură de către cei ce l-au urmat, printre care Georges Cuvier, care a modificat unele detalii pentru a face ca sistemul de nomenclatură să fie și mai natural și care să accentueze relațiile. Deși nici Cuvier, nici Linnaeus nu au avut o asemenea intenție, sistemul de clasificare conceput de conservatorul botanist suedez a ajuns să conducă neobosit către Charles Darwin și a sa teorie a evoluției în secolul următor.

CAPITOLUL 7

BUFFON ŞI DIVERSITATEA NATURII

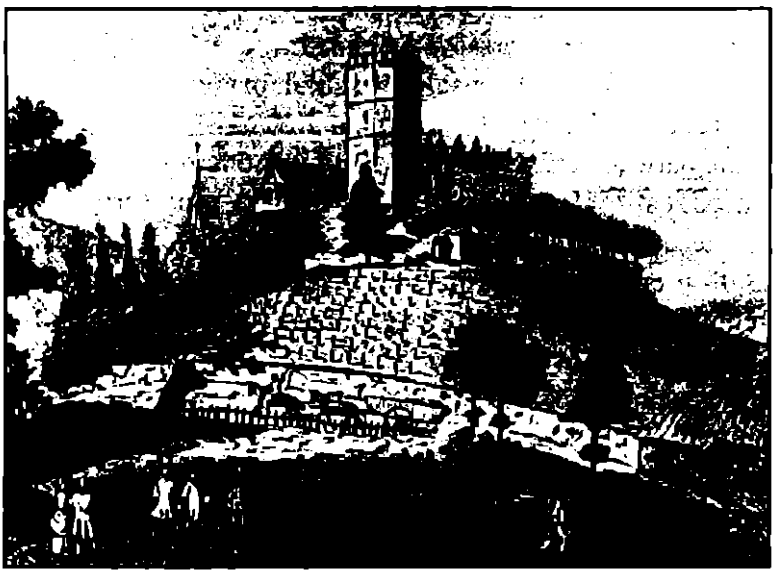
Dintre cei care priveau cu scepticism sistemul de clasificare propus de Linnaeus, Georges Louis Leclerc, conte de Buffon (1707–1788), a fost cel mai critic şi cel mai vehement. Născut în Franţa în acelaşi an ca şi Linnaeus, Buffon era în multe privinţe exact opusul suedezului. În vreme ce Linnaeus s-a născut sărac şi şi-a cîştigat din greu existenţa în cea mai mare parte a vieţii, Buffon a crescut într-o familie înstărită şi cu educaţie aleasă. Dacă Linnaeus era pios (criticii lui spuneau adesea că a scris de parcă ar fi fost martor la creaţie), Buffon era sceptic. Şi în timp ce Linnaeus era metodic şi reţinut, Buffon era intuitiv şi speculativ. Inamicii lui Linnaeus îi reproşau că este rigid şi intolerant, mult prea convins de justeţea propriilor sale opinii. Adversarii lui Buffon îl numeau spilcuit şi filfizon.

Dar mai erau şi alte diferenţe fundamentale între cei doi oameni în afară de cele legate de poziţia socială şi personalitate. Pentru Linnaeus, lumea era o lucrare magnifică şi perfectă a lui Dumnezeu. Cu destul de puţină modestie, Linnaeus era încredinţat că „rolul lui modest" în această lucrare perfectă era să ducă mai departe sarcina lui Adam—

şi anume să atribuie identităţi şi să dea nume, prin asta ajutîndu-ne să înţelegem scopul şi ordinea minunată care stă la baza universului lui Dumnezeu.

Lumea lui Buffon era guvernată nu de către o ordine şi un scop divin, ci de „un sistem de legi, elemente şi forţe", o lume newtoniană care funcţionează în cadrul legilor naturii, ale cărei procese erau scopuri în sine mai degrabă decît o parte a unui scop sau plan divin. O lume, aşa cum o vedea Newton, a mişcării şi a continuităţii.

Ca şi contemporanul său Voltaire, Buffon a petrecut o anumită perioadă în Anglia, în cazul său împins acolo de o faptă necugetată a tinereţii care a avut drept urmare un duel şi un exil temporar. La fel ca Voltaire, el a fost repede atras



Moşia lui Buffon, Monthard, în apropiere de Dijon, unde îşi petrecea verile citind, studiind natura şi scriind vasta sa operă Istoria naturală.

de logica frumoasă şi de succesele impresionante ale newtonienilor. Pentru a deprinde mai bine limba engleză, el a tradus una dintre lucrările lui Newton despre calculul infinitezimal în franceză şi a studiat cu atenţie cărţi englezeşti, mai întîi cele de fizică, primul său domeniu de interes, apoi de botanică. În momentul în care s-a întors în Franţa, el n-a adus numai ideile şi idealurile newtoniene, ci şi un mod de comportare şi un stil englezesc.

Buffon era hotărît să ofere lumii propria sa imagine cuprinzătoare asupra universului. Era un proiect foarte ambiţios pentru fostul fecior de bani gata. Din fericire, opera sa a fost recunoscută în 1739 de către Academia Franceză de Ştiinţă, unde a fost ales membru asociat, iar la vîrsta de 32 de ani a fost numit director al grădinilor regale, *Jardin du Roi* (acum *Jardin des Plantes*). În această calitate, el a fost în măsură să adune o colecţie impresionantă de specimene şi să transforme grădina într-un excelent centru de cercetare.

O ENCICLOPEDIE DE ISTORIE NATURALĂ

Jardin du Roi a oferit materie primă din belşug pentru „moara intelectuală" a lui Buffon, care, pe lîngă inteligenţa şi stilul de scriitor desăvîrşit, se cunoştea pe sine îndeajuns ca să-şi dea seama că avea nevoie de mai multă disciplină. El îşi petrecea iernile la Paris, dar verile se întorcea la moşia sa de la Montbard, din apropiere de Dijon, unde instituise un regim spartan, începînd ziua la orele şase dimineaţa. Ştiindu-şi meteahna de a zăbovi excesiv în pat, Buffon îşi răsplătea valetul de încredere cu sume de bani ori de cîte ori reuşea să-l trezească dimineaţa. Activitatea era întreruptă numai de două ori pe zi pentru coafarea şi pudrarea părului. A fost o disciplină pe care a menţinut-o vreme de 50 de ani. Thomas Jefferson, invitat odată la un dineu la Montbard pe vremea cînd era ambasador în Franţa, îşi amintea:

Buffon își făcuse un obicei din a sta în biroul său de lucru pînă la ora cinei, timp în care nu primea nici un vizitator, indiferent de motiv. Dar casa și moșia sa rămîneau deschise, iar un servitor se ocupa de oaspeți cu multă politețe, invitîndu-i pe toți să rămînă la cină. L-am zărit pe Buffon în grădină, dar am avut grijă să-l evităm. Am avut însă plăcerea să luăm masa cu el și atunci s-a dovedit, ca întotdeauna, un om cu un extraordinar dar al conversației.

Buffon a început să scrie lucrarea sa enciclopedică *Histoire naturelle* („Istoria naturală") în 1745. Primele trei volume au fost publicate în 1749 și au cunoscut imediat un mare succes. Deși inițial plănuise să scrie un număr redus de volume în cîțiva ani, proiectul i-a ocupat tot restul lungii sale vieți, ajungînd în final la 36 de volume (la realizarea cărora a fost ajutat și de alții), publicate în timpul vieții, plus alte opt apărute postum.

În pofida disciplinei riguroase în materie de scris, Buffon nu a fost un savant la fel de disciplinat. Deși era îndrăgostit de revoluția newtoniană, el nu avea de fapt înclinații către genul de observație perseverentă, experimentarea și analiza matematică necesare pentru obținerea unor rezultate bune pe tărîm științific. Dar ceea ce Buffon încerca să realizeze era un fel de perspectivă generală a universului în care, folosindu-se de ideile newtoniene și de noul punct de vedere mecanicist, să poată oferi propriile sale speculații despre tot ce a fost și cum a ajuns totul să existe.

În ciuda caracterului său modern, această întreprindere incitantă plătea în multe privințe un tribut anticilor care, după

cum arăta Buffon, au fost „... mari personalităţi şi nu s-au limitat la un singur domeniu de studiu. Ei aveau o minte grandioasă, un intelect cuprinzător şi profund şi o perspectivă largă." Presimţind parcă anumite critici – şi ca o înţepătură sarcastică la adresa lui Linnaeus, orientat spre detaliu – el continua: „... Dacă, la o primă impresie, lor pare să le lipsească precizia în anumite detalii, este uşor de văzut, dacă sînt citiţi cu atenţie, că nu considerau că lucrurile mărunte merită atenţia pe care noi le-am acordat-o în ultima vreme."

Dat fiind că Buffon a conceput şi a scris cele peste 40 de volume de-a lungul a mai bine de 50 de ani, este de prisos să mai spunem că cititorul contemporan va găsi multe lucruri nedefinitivate, contradictorii, erori şi exemple de gîndire defectuoasă în această lucrare monumentală. Pe de altă parte, este important să ne dăm seama că, la vremea ei, *Istoria naturală* a fost extrem de interesantă şi a avut o influenţă deosebită, stimulîndu-i pe alţi gînditori mai disciplinaţi să

Vasta şi fascinanta colecţie de specimene vegetale adunate de Buffon în Jardin du Roi a făcut din aceasta locul preferat de plimbare al demnitarilor străini.

preia unele dintre ideile provocatoare şi speculative ale lui Buffon, asupra cărora şi-au concentrat propriile cercetări mai exacte.

În primul volum al lucrării, Buffon s-a grăbit să sublinieze distanţarea sa faţă de sistemul lui Linnaeus, pe care îl considera cu dispreţ o compartimentare seacă şi plictisitoare, şi în general faţă de toate sistemele „artificiale". „Eroarea", argumenta el, „constă în eşecul de a înţelege procesele naturale care se produc întotdeauna gradat... Este posibil să cobori prin gradaţii aproape insesizabile de la cea mai desăvîrşită creatură la materia cea mai amorfă... se va găsi un mare număr de specii intermediare şi de obiecte care aparţin pe jumătate unei clase, pe jumătate altei clase. Obiecte de acest fel, cărora este imposibil să li se atribuie un loc anume, fac în mod necesar inutilă încercarea de a concepe un sistem universal."

Atunci, ce propunea Buffon? Aici lucrurile devin greu de precizat deoarece ideile sale, întotdeauna speculative, erau într-o dezvoltare continuă şi s-au extins pe parcursul multor ani şi pe mai multe volume. Punctul lui de pornire era credinţa că toate sistemele de clasificare erau doar nişte produse lesnicioase ale intelectului uman şi că natura însăşi nu era alcătuită din asemenea diviziuni discontinue precum clase, ordine, genuri sau specii. Oricît de utile (sau de dăunătoare) erau aceste categorii celor ce studiau natura, ele erau artificiale şi arbitrare. Natura, spunea Buffon, este compusă din organisme individuale care prezintă gradaţii foarte mici şi continue de la unul la celălalt. Totuşi, se pare că ideile sale despre clasificare s-au schimbat de-a lungul anilor. În 1749, cînd a început publicarea operei sale, el manifesta un scepticism puternic faţă de valabilitatea oricărui sistem de clasifi-

care a diversității vieții. În 1755, însă, admitea că existau specii înrudite. Totuși, preciza el, speciile sînt „doar realitățile obiective și fundamentale ale naturii". Toate celelalte diviziuni rămîneau înșelătoare și artificiale în opinia sa.

Dacă s-ar fi oprit aici, probabil că astăzi l-am fi cunoscut pe Buffon doar dintr-o notă de subsol de un interes mediu din istoria științei secolului al XVIII-lea. Dar spre deosebire de acei istorici ai naturii pe care îi disprețuia pentru că scriau cărți „pline de o nomenclatură abundentă și plicticoasă" și „metode plicticoase și nenaturale", Buffon și-a propus să întindă o plasă mai largă, prezentînd o imagine vie și provocatoare a naturii în întregul ei, oferind o istorie generală și cuprinzătoare a Pămîntului ca adăpost al creaturilor vii – o mașină magnifică în mișcare. Și mișcarea era cheia. Pentru că Buffon a început să creadă că probabil viața însăși era o parte a unei mișcări măreție – că, asemenea Pămîntului și universului fizic care o adăpostea, viața nu este statică, ci are un caracter evolutiv.

MATRICEA INTERNĂ

După cum s-a arătat în capitolul 3, Buffon a avut unele idei de-a dreptul uluitoare despre longevitatea istoriei Pămîntului, chiar dacă de regulă a căutat să evite conflictele cu autoritățile religioase, care dezaprobau orice sugestie potrivit căreia Pămîntul ar putea fi mai bătrîn decît cei 6000 de ani sugerați de Biblie.

Totuși, viața era ceea ce îl interesa pe Buffon cel mai mult și, din momentul în care a pregătit terenul în acest sens prin descrierea istoriei Pămîntului, s-a dedicat aprofundării celor mai originale și interesante idei ale sale privind dezvoltarea formelor de viață pe Terra. Deși dezvoltarea acelor idei,

întinsă pe parcursul mai multor ani şi împrăştiată în cuprinsul mai multor cărţi, a fost adesea haotică şi uneori contradictorie, esenţa lor sugera începutul unei transformări intelectuale fundamentale, care va depăşi perspectiva statică asupra vieţii şi chingile intelectuale ale Marelui Lanţ al Existenţei, pregătind terenul pentru magistrala operă a lui Charles Darwin din secolul al XIX-lea.

Buffon şi-a început speculaţiile despre viaţă şi dezvoltarea acesteia avînd în minte o credinţă puternică: aceea că viaţa, ca şi universul, poate fi explicată şi înţeleasă corect doar dacă explicaţia se face în termeni strict mecanici – cu alte cuvinte, în termeni newtonieni. El a căutat explicaţii fizice şi relaţii cauză-efect. În lucrarea dedicată gravitaţiei, Newton arătase că asemenea relaţii fizice nu sînt întotdeauna evidente. Obiectele nu trebuie să se atingă reciproc pentru a se influenţa. Nici măcar nu trebuie să fie apropiate: să ne gîndim la influenţa exercitată de Soare şi Lună asupra Pămîntului. Buffon era încredinţat că aceeaşi premisă se poate aplica şi în domeniul ştiinţelor vieţii.

Buffon nu se sfia să-şi ticluiască speculaţiile atunci cînd ajungea în impas. El a început cu vechea problemă a embrionului (care va fi discutată în capitolul 8, dedicat reproducerii biologice sau *generaţiei*, cum a fost denumită în secolul al XVIII-lea). Buffon a adoptat teoria, susţinută de unii, conform căreia embrionul era format prin amestecarea spermei masculine cu cea feminină în uter. (Deşi pare straniu astăzi, ideea de spermă feminină era destul de răspîndită în acea epocă.) Sperma, teoretiza el, este alcătuită din „particule organice" derivate fie (în funcţie de stadiul gîndirii sale) din alimente, fie din atmosferă, care e plină de particule vii minuscule. O dată colectate în spermă, explica el, particulele

se aranjau în structura complexă a embrionului. Totuşi, rămînea întrebarea: de unde „ştiu" particulele să formeze o anumită specie şi nu alta?

Aici Buffon a încercat, cu destul de puţin succes, să dea un imbold nou unei idei mai vechi, „esenţele" eterne ale lui Platon, respectiv ideea că formele ideale există în afara spaţiului şi a timpului, independent de anumite manifestări particulare. Buffon a sugerat că fiecare specie este asociată cu o „matrice internă", care într-un fel oarecare dirijează particulele la locul cuvenit. (Ce era această matrice, cum ajungea ea să existe şi în ce fel anume manipula particulele la locul lor, Buffon nu a dat niciodată o explicaţie satisfăcătoare.) Ca produse ale acestei matrice interne, speciile sînt „fixe". Fiecare specie este produsul distinct şi specific al unei matrice anume, care a existat pentru acea specie încă de la începuturile timpului. Matricea determină toate detaliile unui organism, modelînd particulele organice dezorganizate într-o plantă sau un animal viu, avînd caracteristici specifice. Buffon s-a gîndit chiar că aceste matrice pre-existente ar produce aceleaşi specii pe alte planete, identice cu cele de pe Pămînt, dacă s-ar asigura temperatura corectă şi alte condiţii de mediu (o idee radicală pentru acele vremuri). Prin ipoteza „matricei interne", Buffon s-a diferenţiat de alţi materialişti mai radicali care susţineau că originea întregii vieţi ar fi fost consecinţa generaţiei spontane – întîmplătoare, guvernată doar de circumstanţe.

Dar Buffon, în pofida ataşamentului său faţă de conceptul imuabilităţii, şi-a dat seama totuşi că speciile par să se schimbe. În timpul observaţiilor sale, el a remarcat, de exemplu, existenţa unor organe rudimentare care erau formate imperfect şi nu aveau nici un scop evident. „Porcul", scria el, „nu

Georges Louis Leclerc, conte de Buffon

pare să se fi format ca urmare a unui plan original special şi perfect, deoarece este un compus al altor animale: are anumite părţi care sînt evident inutile sau, mai degrabă, părţi de care nu se poate folosi în nici un fel, degete ale căror oase sînt perfect formate şi care totuşi nu-i sînt de nici un folos." Acele „părţi inutile" păreau să sugereze existenţa unor imperfecţiuni ale speciei. Dacă fiecare specie era perfect formată de la începutul timpului şi nu s-a schimbat deloc de atunci, de ce ar exista acum aceste imperfecţiuni? El a explicat că este vorba de un proces de „degenerare" ca reacţie la mediu. Dar Buffon mai crede că specia ar putea să revină la forma ei iniţială dacă influenţele de mediu care au provocat

degenerarea ar fi îndepărtate. Aici s-a distanţat din nou faţă de teoriile evoluţioniste ulterioare, care vor considera aceste modificări ca etape ale unui proces de schimbare continuu, şi nu ca pe ceva temporar sau reversibil. (Ca un detaliu anecdotic, ideile lui Buffon au provocat agitaţie în America îndepărtată, determinîndu-l pe Thomas Jefferson să-i trimită blana unei pantere mari din America pentru a contrazice afirmaţia lui Buffon că animalele din Lumea Nouă ar fi degenerat în ceea ce priveşte dimensiunile.)

MOŞTENIREA LUI BUFFON

Buffon a fost o personalitate incitantă, stilul scrierilor sale era elegant, iar influenţa sa ca popularizator al ştiinţei a fost mare. A avut un impact considerabil nu numai asupra tinerilor zoologi ai vremii sale, ci şi asupra întregii populaţii. Cea mai mare parte a operei sale constă în monografii superb scrise despre specii de mamifere, remarcabile pentru valoarea lor atît ştiinţifică, cît şi literară. Deşi multe dintre ideile sale nu au fost nici pe departe exacte, el a stimulat gîndirea cu trăsăturile sale largi de penel, acolo unde Linnaeus se cufundase adînc în detalii. El s-a opus ideii de evoluţie a speciilor, negînd categoric orice astfel de posibilitate. Cu toate acestea, faptele pe care le-a adunat păreau să indice cu totul altceva decît doctrina „speciilor fixe" pe care a sprijinit-o. Şi, de fapt, Charles Darwin l-a considerat pe Buffon „primul autor al epocii moderne care a tratat [originea speciilor] în spirit ştiinţific".

Discursul său evaziv poate să fi fost o încercare de a evita conflictele cu autorităţile religioase; mulţi dintre contemporanii săi mai radicali îi reproşau stilul echivoc. Sau poate că opera sa a reflectat doar schimbările propriilor opinii

survenite în lunga perioadă de timp în care şi-a scris cărţile. În orice caz, nu a scăpat întru totul de mînia bisericii. La 15 iunie 1751, Buffon a fost chemat de conducerea Facultăţii de Teologie de la Sorbonna, şi i s-a pus în vedere să elimine anumite părţi din *Istoria naturală*, care, susţineau criticii săi, contraziceau dogma. Concret, autorităţile ecleziastice au citat acele pasaje referitoare la vîrsta Pămîntului, naşterea planetelor din Soare şi afirmaţia sa că nu se poate ajunge la adevăr decît prin intermediul ştiinţei. Buffon a promis să estompeze ereziile ofensatoare şi să-şi tempereze pe viitor scrisul. Dar el a continuat să scrie provocator, chiar dacă mai precaut. A murit în 1788. Mai mult pentru că a făcut parte din aristocraţie decît pentru ideile sale controversate, revoluţionarii au distrus mormîntul lui Buffon şi monumentul care îi fusese închinat. Dar spiritul său a inspirat mai mulţi mari istorici ai naturii din epoca sa, printre care Jean-Baptiste de Monet de Lamarck şi Georges Cuvier; despre amîndoi vom discuta în capitolul 9.

CAPITOLUL 8

MAŞINA ANIMALĂ: FIZIOLOGIA, REPRODUCEREA ŞI EMBRIOLOGIA

Bineînţeles că Buffon nu a fost singurul care şi-a atras acuzaţii de erezie. Nici o altă personalitate a secolului al XVIII-lea nu a ilustrat doctrina materialistă a erei post-newtoniene mai bine decît Julien Offroy de la Mettrie, autorul lucrării *L'Homme machine* („Omul maşină"), o carte de mici dimensiuni publicată în 1748. Şi probabil că nimeni nu a scandalizat mai mult autorităţile religioase (exceptîndu-l, poate, pe Voltaire).

La Mettrie avusese de multă vreme necazuri cu autorităţile. Încă de la începutul carierei sale a tradus în franceză lucrările olandezului Herman Boerhaave, un foarte respectat profesor de medicină şi chimie, atrăgîndu-şi mînia profesorilor de la facultatea de medicină a Universităţii din Paris, care erau atît de conservatori încît încă nu acceptaseră operele lui Vesalius şi Harvey din secolele al XVI-lea şi al XVII-lea. Renegat incorigibil, La Mettrie a continuat să se vîre în situaţii neplăcute publicînd pamflete satirice la adresa profesorilor, precum şi numeroase cărţi eretice. Deşi el însuşi era preot,

Afluxul de specimene vegetale şi animale aduse în Europa, precum şi schimbul de idei pe toată durata secolului al XVIII-lea au avut o contribuţie decisivă la înţelegerea proceselor şi a naturii vieţii. Aici Bernard de Jussieu importă un cedru din Liban, care a ajuns în Franţa via Anglia. Jussieu, profesor de botanică la Jardin du Roi din Paris, a fost primul care şi-a dat seama că anemonele de mare sînt animale (nu plante).

La Mettrie nu s-a sfiit să promoveze ideile materialiste care intrau în contradicţie cu dogmele religioase.

L'Homme machine, cea mai celebră lucrare a lui La Mettrie, a fost publicată la Leyda (în Olanda, care era mai tolerantă decît Franţa), probabil cu speranţa de a o strecura pe lîngă autorităţile religioase franceze. Acolo a descris omul ca o maşină guvernată în întregime de agenţi chimici şi fizici. Era o idee radicală, aplicarea supremă a revoluţiei newtoniene

la omenirea însăşi. Totodată, el a negat şi dualismul definit de Descartes, care punea accentul pe dihotomia dintre minte, sau suflet, şi corp. La Mettrie susţinea că o fiinţă omenească poate fi văzută doar ca un animal oarecare, un soi de „maimuţă vorbitoare". Cu această carte, La Mettrie a pregătit terenul, ca nimeni altul înaintea lui, pentru biologia modernă, prin aceea că, în esenţă, a considerat oamenii ca nefiind diferiţi de animale.

Inspiraţi de La Mettrie – care era mai degrabă polemist şi filozof decît om de ştiinţă – şi de opera lui Harvey de dinaintea lui, savanţii din secolul al XVIII-lea au început să exploreze sistematic mecanismele tuturor organismelor biologice. În acest proces au reieşit trei domenii de avangardă în bătălia pentru cunoaştere: efortul de înţelegere a mecanismelor fiziologice (inclusiv digestia şi respiraţia) care asigură funcţionarea organismelor vii, procesul reproductiv şi dezvoltarea embrionului.

Pentru biologii din perioada post-newtoniană, Corpul Maşină era ideea epocii. Harvey arătase prin studiul circulaţiei că sîngele curge prin artere şi vene precum apa prin conducte, controlat de valve şi pompat de inimă. Şi nimeni nu era dispus să accepte ideea că analogia dintre organism şi maşină se opreşte aici.

FIZIOLOGIE

Albrecht von Haller

Unul dintre cei mai de seamă biologi ai secolului al XVIII-lea, Albrecht von Haller, s-a născut în oraşul elveţian Berna în 1708. Alături de numeroşii săi studenţi (el a fost totodată unul dintre marii profesori ai secolului), a explorat succesiv forma şi funcţiile organelor, statornicind anatomia ca ştiinţă experimentală, aplicînd în acelaşi timp principiile dinamicii la studiul fiziologiei.

Haller era un experimentator meticulos şi exigent, a cărui pasiune pentru a observa, a nota şi a şti era atît de mare încît a rămas om de ştiinţă pînă la ultima suflare. În ultimele clipe ale vieţii, pe 12 decembrie 1777, înconjurat de medici şi prieteni, şi-a pus un deget pe încheietura mîinii şi, simţindu-şi pulsul slăbit şi şovăielnic, a raportat cu obiectivitate: „Artera nu mai pulsează."

Cu egală fermitate, în timpul vieţii, Haller a explorat iritabilitatea muşchilor şi sensibilitatea nervilor, a avut contribuţii importante la fiziologia circulaţiei, inclusiv durata circulaţiei şi acţiunea automată a inimii, şi a fost primul care a pus în discuţie în mod serios problema respiraţiei.

Lucrarea sa *Elementa Physiologiae Corporis Humani* (1757–1766) („Elemente de fiziologie") era considerată referinţa supremă în materie de fiziologie în secolul al XVIII-lea. Marele fiziolog din secolul al XIX-lea François Magendi s-a plîns la un moment dat că ori de cîte ori credea că a conceput un nou experiment, îl găsea deja descris de către Haller în „Elemente de fiziologie". Haller a extins sistematic cunoştinţele despre anatomie, legînd-o de fiziologie prin intermediul experimentelor şi aplicînd principiile dinamicii la problemele fiziologiei.

În experimentele de vivisecţie (făcute pe organisme vii), el şi-a demonstrat metodologia meticuloasă, o abordare coerentă, pas cu pas, a înţelegerii funcţiilor şi proceselor. A definit ca „iritabile" acele părţi care se contractau la atingere, şi ca „sensibile" acele părţi care atunci cînd erau stimulate transmiteau un mesaj creierului. Magendi a încercat diferiţi stimuli: înţepături, ciupituri şi anumite substanţe chimice. A testat tendoane, oase, membrane cerebrale, ficat, splină, rinichi, pe toate găsindu-le insensibile. Şi a mai descoperit

că iritabilitatea muşchilor este provocată prin stimularea nervilor. De exemplu, putea provoca contracţia diafragmei prin iritarea anumitor nervi din zona respectivă. Şi a explorat natura forţelor contractile care apar în mod spontan în ţesutul muscular al animalelor vii sau al celor care au murit de curînd.

Metoda sa a fost întotdeauna analitică, obiectivă, mergînd mai departe pe baza datelor descoperite. „Aşa cum natura creierului şi a nervilor este una şi aceeaşi", scria el în legătură cu studiile efectuate asupra creierului şi a sistemului nervos, „la fel de identice sînt acestea şi în privinţa funcţiilor. În tratarea lor ne vom folosi, în măsura posibilului, de experimentele noastre şi nu vom merge mai departe de mărturia simţurilor noastre."

Prin experimente, el a descoperit că numai nervii servesc ca instrumente ale senzaţiei şi că, prin urmare, numai acele părţi ale corpului conectate la sistemul nervos cunosc senzaţiile.

Munca lui Haller a fost neostenită şi meticuloasă, cu afirmaţii experimentale susţinute întotdeauna de dovezi. Ar fi putut, desigur, să se folosească de influenţa sa pentru a susţine o teorie eronată, aşa cum se va explica mai departe în cadrul acestui capitol, dar el a simbolizat experimentatorul biologic al vremurilor sale şi, în general, contribuţia sa cea mai importantă a fost legată de spiritul şi metoda cercetării în fiziologie. Deşi astăzi este relativ necunoscut, se consideră că, la vremea respectivă, influenţa sa în întreaga Europă şi activitatea sa intelectuală generală au fost egalate doar de Voltaire.

René Antoine Réaumur

Considerat unul dintre fondatorii entomologiei, René Antoine Réaumur (1683–1757) a scris un compendiu în şase

René Antoine Réaumur (1683–1757) studiind comportamentul omizilor.

volume despre ciclurile de viaţă şi comportamentul insectelor. Observaţiile făcute de el asupra insectelor vii au fost atît de reuşite încît se poate spune că au servit la pregătirea terenului pentru *Istoria naturală* a lui Buffon, contemporanul şi rivalul său. (De fapt, este posibil ca Réaumur să se fi aflat la originea atacului asupra lui Buffon declanşat de Facultatea de Teologie de la Sorbonna.)

În opera sa, Réaumur a evidenţiat de asemenea grupările mai mari de insecte, preferînd să nu se lanseze în descrieri plicticoase ale speciilor, prin urmare pregătind terenul pentru Cuvier şi modificările aduse de acesta sistemului de clasificare al lui Linnaeus (vezi capitolul 9). Réaumur a inventat de asemenea o scară termometrică şi un tip de porţelan, iar cercetările sale au ajutat la înfiinţarea industriei cositorului în Franţa, precum şi la fabricarea oţelului. Dar în biologie, cea mai îndreptăţită aspiraţie a sa la celebritate este probabil reprezentată de perseverenţa cu care s-a dedicat înţelegerii procesului digestiei.

El avea un şoim dintre aceia care vomită alimentele nedigerabile şi pe care l-a dresat să înghită tuburi mici metalice, deschise la capete, umplute cu bureţi. Cînd aceste tuburi, cum era de aşteptat, au fost eliminate, el a studiat bureţii şi a descoperit că erau îmbibaţi cu suc gastric, semn că pasărea încercase să-i digere. Réaumur a luat apoi sucul gastric şi a arătat că acest suc, atunci cînd este pus pe carne, tinde să o frăgezească. „Cînd am pus pe limbă nişte suc din stomacul şoimului", scria el, „avea un gust sărat, nu amar, deşi oasele... asupra cărora acţionase fluidul aveau un gust amar, nu sărat." El a mai constatat că atunci cînd punea bucăţele de carne în tuburi, acestea reveneau parţial digerate –, dar nu măcinate sau putrezite, aşa cum sugeraseră unii teoreticieni.

Lazzaro Spallanzani

Lazzaro Spallanzani (1729–1799) a continuat experimentele lui Réaumur şi a descoperit că atunci cînd se testează efectele sucurilor gastrice asupra cărnii, temperatura trebuie să fie aceeaşi ca temperatura corpului animalului de la care provine sucul. Spallanzani a încercat acelaşi proces cu alte păsări, printre care şi o cioară, folosindu-se de un fir de aţă pentru a extrage înapoi materialul parţial digerat. El a constatat că, după şapte ore, majoritatea alimentelor erau complet dizolvate de către sucuri.

Totuşi, nefiind mulţumit de aceste rezultate, Spallanzani a mers mai departe, experimentînd asupra lui însuşi. Deşi se temea că s-ar putea să moară prin sufocare (aşa cum, de fapt, şoimul lui Réaumur a murit), el a înghiţit un săculeţ din pînză umplut cu cîteva firimituri de pîine mestecată în gură. Cînd

Lazzaro Spallanzani, unul dintre cei mai mari experimentatori din domeniul ştiinţelor vieţii, efectuînd o experienţă asupra digestiei la păsări.

Un pionier în domeniul său, fiziologul Giovanni Morgagni (1682–1771) a început să privească boala într-o manieră nouă, examinînd anatomia ţesuturilor bolnave, nu a celor sănătoase, interpretînd cauzele şi progresul bolii dintr-o perspectivă anatomică. În 1761, la vîrsta de 79 de ani, el a fondat ştiinţa numită patologie prin publicarea unei cărţi ce conţinea descrierea celor 640 de disecţii pe cadavre pe care le efectuase.

a eliminat săculeţul, după 23 de ore, pîinea dispăruse, deşi sacul era în stare bună. Ulterior a încercat să înghită bile din lemn şi tuburi umplute cu alimente, avînd capetele acoperite cu tifon, dar nu a reuşit. A putut să constate astfel că, în privinţa acestui subiect, curiozitatea sa ştiinţifică depăşise limitele.

LAVOISIER REZOLVĂ PROBLEMA RESPIRAȚIEI

Atît de mult depinde progresul în știință de obstacolele anterioare care au fost depășite încît atunci cînd apare o persoană cu o anumită perspectivă, cu o pregătire și aptitudini potrivite, aceasta are în față un drum neted. Antoine Lavoisier, care a înfăptuit multe și în alte domenii ale chimiei, a avut marele noroc să ajungă la problema respirației cu toate obstacolele lăsate în urmă. Astfel, Harvey explicase circulația sîngelui; se ajunsese la o explicație a mișcărilor implicate de respirație; microanatomia plămînilor fusese studiată de Malpighi, iar chimia gazelor – și datorită propriilor sale eforturi – era acum mult mai la îndemînă decît fusese vreodată. Spre sfîrșitul secolului, izolarea și caracterizarea cu succes a gazelor produsese o revoluție în chimie (vezi capitolul 4), iar acum, în sfîrșit, îi venise rîndul și respirației.

Prin 1777, Lavoisier a publicat un articol intitulat „Experimente privind respirația animalelor și schimbările suferite de aer la trecerea prin plămîni". Acum că înțelesese natura gazelor implicate – aerul „eminamente respirabil" (oxigenul) și „aerul fixat" (dioxidul de carbon) –, Lavoisier putea să explice că respirația era o combustie sau o oxidare lentă. Deși colegul său englez, Joseph Priestley, ratase subiectul, Lavoisier a înțeles că respirația folosea oxigenul și elimina dioxidul de carbon. El a colaborat cu Pierre Simon Laplace (vezi capitolul 2) la proiectarea unui dispozitiv experimental care putea asigura o măsurare cantitativă a producției de căldură animală cu scopul de a investiga bazele fiziochimice ale respirației. Cu ajutorul calorimetrului cu gheață astfel realizat, ei puteau să compare acum cantitativ

respiraţia şi combustia, obţinînd rezultate incitante. De aici încolo, comparaţia dintre respiraţie şi combustie nu mai era doar o metaforă frumoasă. Astfel, Lavoisier putea să conchidă în al său „Memoriu asupra căldurii": „căldura eliberată pe durata conversiei aerului pur în aer fixat în timpul respiraţiei este principala cauză a menţinerii căldurii animale".

EDWARD JENNER: ÎNFRÎNGEREA VARIOLEI

Edward Jenner administrînd un vaccin antivariolic

Pe vremea cînd era doar un tînăr practicant în medicină, Edward Jenner (1749–1823) a început să se gîndească la o remarcă pe care o auzise de la o lăptăreasă de la ţară. Fata susţinea că nu are de ce să se teamă că se va îmbolnăvi de variolă, deoarece se îmbolnăvise o dată de variola taurinelor (sau vaccină, cum i se mai spune). Aceasta este o boală foarte uşoară, care se transferă de la ugerul vacilor la mîinile mulgătorilor, manifestîndu-se prin erupţii pustuloase, similare variolei (dar mult mai puţin grave). Faptul că îmbolnăvirea de vaccină producea imunitate la variolă era foarte cunoscut

în regiunea rurală Gloucestershire, unde Jenner îşi făcea practica de medic de ţară.

Era deja larg cunoscut că dacă o persoană supravieţuia unei forme uşoare de variolă, aceasta devenea imună la infecţii ulterioare, şi unii medici inoculau deja pacienţii bogaţi cu o formă blîndă a bolii pentru a-i proteja împotriva marilor epidemii de variolă care au bîntuit Europa în secolul al XVIII-lea. Inocularea era scumpă şi injectarea aproape la fel de periculoasă ca şi boala însăşi. Ea se dovedea uneori fatală şi de regulă pacientul rămînea cu cicatrice urîte.

Jenner a studiat problema vreme de aproape 20 de ani, păstrînd însemnări minuţioase despre pacienţii bolnavi de vaccină şi de variolă. În cele din urmă, în mai 1796, el şi-a efectuat experimentul. Folosind puroi prelevat de pe mîna unei lăptărese infectate, el a „vaccinat" un băiat în vîrstă de 8 ani, pe numele său James Phipps. Conform aşteptărilor lui Jenner, băiatul a contractat o formă uşoară de vaccină, dar s-a însănătoşit rapid, tot conform speranţelor lui Jenner. Următorul pas s-a produs două luni mai tîrziu, cînd Jenner a inoculat băiatul cu ceea ce ar fi trebuit să fie o doză letală de variolă. A fost un experiment periculos şi controversat, dar băiatul a rămas sănătos şi nu a prezentat nici unul din simptomele bolii mortale. Jenner şi-a repetat testul cîteva luni mai tîrziu, injectîndu-l din nou pe tînărul Phipps cu încă o doză puternică de ser de variolă. Şi de data asta băiatul a rămas sănătos.

Jenner a tras concluzia că virusul de vaccină era îndeajuns de asemănător cu cel de variolă încît băiatul să-şi dezvolte simultan rezistenţa la ambele boli, dar vaccina era o boală atît de uşoară încît inocularea ei nu producea decît o jenă minoră.

Inventînd termenul *vaccinare* din cuvîntul latinesc ce desemna variola taurinelor (*vaccinia* de la *vacca*, termenul latinesc pentru vacă), Jenner şi-a publicat descoperirile. Deşi la început a întîmpinat scepticism şi o oarecare opoziţie, pînă în 1800 vaccinarea a fost complet acceptată în Anglia şi curînd adoptată de restul lumii. La un moment dat, Jenner ajunsese să vaccineze zilnic cîte trei sute de oameni nevoiaşi în grădina locuinţei sale de la ţară. Prin anul 1800, circa 100 000 de persoane beneficiaseră de noua imunizare, şi multe ţări au introdus în scurt timp vaccinarea obligatorie, după care numărul cazurilor de variolă a scăzut spectaculos.

Deşi ulterior s-a descoperit că vaccinarea împotriva variolei nu durează o viaţă, ci trebuie „împrospătată" sau „susţinută" ulterior, tratamentul lui Jenner nu numai că a scăpat omenirea de o boală îngrozitoare, dar a pus bazele ştiinţei imunizării şi a deschis drumul pentru cercetările lui Pasteur, Koch şi alţii, care au căutat tratamente şi imunizări împotriva altor boli.

CUM SE REPRODUC ORGANISMELE?

Una dintre cele mai dificile probleme cu care se confruntau cei interesaţi de istoria naturală era în legătură cu modul în care ajung animalele să aibă urmaşi. Mai întîi de toate, ovulul (sau oul) la mamifere a fost descoperit abia în 1828 şi doar la sfîrşitul secolului al XIX-lea s-a putut observa unirea dintre nucleul ovulului şi spermatozoid. Aceste descoperiri esenţiale au necesitat tehnici şi echipamente de care nu dispuneau oamenii de ştiinţă din secolul al XVIII-lea. În consecinţă, multe dintre ideile lor erau, cum se spune, presupuneri oarbe. Şi au fost multe asemenea supoziţii, unele

bazate pe dovezi, altele pe intuiție și uneori pe viziunea preferată asupra lumii. Unii naturaliști credeau că oul (de exemplu cel de găină sau de broască) nu are nici o legătură cu fertilizarea și creșterea embrionului. Mulți alții fie au negat existența spermatozoizilor, fie i-au categorisit drept paraziți, dacă nu chiar dăunători procesului de reproducere. Iar mulți au fost cei care credeau că fertilizarea externă nu se produce niciodată, iar printre aceștia s-a numărat și Linnaeus, care afirma categoric: „Niciodată, în nici un organism viu, fecundarea sau însămînțarea ouălor nu are loc în afara corpului mamei". La unele din aceste întrebări, deși nu la toate, un răspuns a fost oferit de excelenta activitate experimentală depusă de Lazzaro Spallanzani.

Pasiunea lui Spallanzani pentru știință a fost probabil încurajată de verișoara acestuia Laura Bassi (1711–1778), care deținea catedra de matematici la Universitatea din Bologna, o poziție neobișnuită pentru o femeie la vremea aceea. Domeniile de interes ale lui Spallanzani erau foarte diverse, cuprinzînd geologia (a condus o expediție la muntele Etna în timpul unei erupții), fiziologia, fizica (a ocupat catedra de fizică și matematică la Universitatea din Reggio), limba greacă și filozofia (a predat ambele materii). Dar, în pofida varietății domeniilor sale de interes, Spallanzani este considerat unul dintre cei mai mari experimentatori. Prin intermediul unor experimente atent controlate, el a înfrînt – cel puțin temporar – credința veche de cînd lumea în generația spontană. Și a găsit timp să efectueze unele experiențe foarte interesante în legătură cu reproducerea.

O idee care a fost susținută de mai mulți oameni de știință marcanți ai secolului al XVII-lea, printre care Harvey și Fabricius, a fost aceea că agentul activ al fertilizării era

conținut în sperma, dar nu ca parte componentă a acesteia. De fapt, ei credeau că sperma este imaterială, o forță invizibilă, precum forța magnetică, și au denumit-o *aura seminalis*. Lucrînd pe broaște, Spallanzani a fost în măsură să demonstreze că acest concept este eronat. El a efectuat experiențe în care femela era omorîtă în timp ce depunea ouăle. Ouăle depuse normal și care intrau în contact cu sperma se dezvoltau ca de obicei. Cele care au fost luate din corpul femelei prin disecție și care nu intraseră nici o clipă în contact cu sperma (deși se aflau îndeajuns de aproape ca să fie expuse, teoretic, la orice „aură" ar fi putut avea sperma) nu s-au mai dezvoltat.

CONTROVERSA DIN SECOLUL AL XVIII-LEA ÎN LEGĂTURĂ CU GENERAȚIA SPONTANĂ

Ideea că unele organisme s-ar putea naște spontan din materia anorganică a fost acceptată și apoi respinsă de mai multe ori și, la nivel molecular, a jucat un rol important în mai multe teorii larg respectate din secolul XX cu privire la originea vieții.

În secolul al XVII-lea, Francesco Redi a contrazis ideea susținută de gînditorul grec Aristotel, potrivit căreia organisme precum viermii, teniile sau insectele, ar putea să apară „ca din senin" din noroi, dintr-o bucată de carne veche sau intrată în putrefacție, ori din excremente. Dar, o dată cu descoperirea organismelor microscopice în secolul al XVII-lea, problema generației spontane a revenit în actualitate (cu toate că descoperitorul acestora, Antony van Leeuwenhoek, credea că provin din părinți asemănători cu ei).

În secolul al XVIII-lea, Buffon a exercitat o influenţă considerabilă în sprijinul ideii de generaţie spontană. Unul dintre prietenii săi, specialistul englez în microscopie John Needham (1713–1781), a colaborat cu el în 1748 la o serie de experimente ce păreau concludente. El a făcut o fiertură din carne de berbec şi a pus-o în containere de sticlă sigilate. Cîteva zile mai tîrziu, cînd a deschis containerele, a găsit în acolo numeroase microorganisme. Concluzia lui a fost că microorganismele fuseseră produse din materia ne-vie (fiertura de berbec, presupusă sterilă). „Există o Forţă vegetativă în fiecare punct al materiei", a dedus el, „şi în fiecare Filament vizibil din care este constituită întreaga Textură vegetală sau animală...". Potrivit sugestiilor făcute de matematicianul filozof Gottfried Wilhelm Leibniz (1646–1716) cu privire la existenţa „monadelor" sau a moleculelor vii, Needham credea că animalele şi plantele se descompun, atunci cînd mor, într-un fel de „*Spermă* universală", o „Sursă generală" din care noua materie vie se naşte iarăşi şi iarăşi.

Dar iată că, douăzeci de ani mai tîrziu, Lazzaro Spallanzani a repetat experienţa, folosind de data asta metode de control mai ştiinţifice. El a fiert diferite recipiente pe parcursul unor durate diferite de timp şi a descoperit că unele tipuri de microbi sînt mai rezistente la căldură decît altele. Unele mureau după o încălzire uşoară, dar altele rezistau la fierbere pînă la o oră. El a mai subliniat că în experimentul lui Needham, unii spori prezenţi în fiertura de berbec iniţială supravieţuiseră timpului scurt de fierbere aplicat de Needham.

Experienţele lui Spallanzani au dovedit cu certitudine necesitatea aplicării unor tehnici riguroase de sterilizare şi, pentru moment, au „îngropat" ideea generaţiei spontane. Dar, în 1810, chimistul francez Joseph Louis Gay-Lussac a arătat

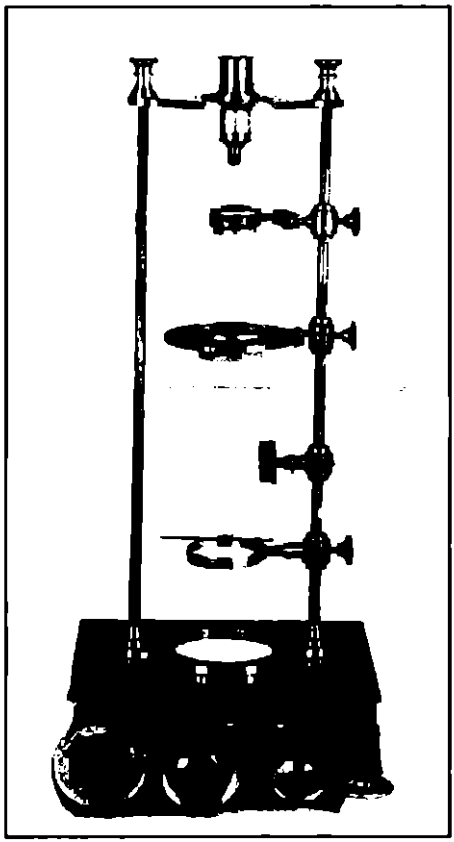
că vaselor sterile ale lui Spallanzani le lipsea oxigenul, care ar fi fost necesar pentru generarea spontană a vieţii. Acest argument a pus sub semnul îndoielii justeţea experimentelor lui Spallanzani şi a revitalizat chestiunea generaţiei spontane.

Deşi aceste rezultate păreau bune, Spallanzani a decis să mai facă un pas. A croit o pereche de pantaloni strîmţi din tafta pentru broscoii folosiţi în următorul experiment. În pofida costumului straniu, broaştele au încercat să se împerecheze ca de obicei. Dar de data asta nici un pic de fluid seminal nu a mai putut ajunge la femelă sau la ouăle ei. Sperma, şi tot ce conţinea aceasta, a rămas în pantaloni. Şi cu toate că femela a depus multe ouă, nici unul dintre ele nu a evoluat. Dar cînd Spallanzani a uns cîteva ouă cu o parte din sperma rămasă în pantalonaşii din tafta, *voilà*! Ouăle intrate în contact cu sperma s-au dezvoltat normal. Spallanzani a mai colectat spermă direct din vezicile seminale ale masculilor şi a aplicat-o cu mare grijă pe ou. Ouăle care au fost tratate astfel s-au dezvoltat rezultînd mormoloci. Una dintre tehnicile experimentării ştiinţifice corecte constă în păstrarea elementului de „control", pentru a se vedea dacă nu cumva rezultatul observat nu ar fi avut loc şi dacă experimentatorul nu ar fi intervenit deloc. Aşa încît Spallanzani a inclus în acest experiment şi ouă care nu au fost tratate, iar acestea s-au dezintegrat. (Dacă şi din acestea ar fi ieşit mormoloci, el ar fi trebuit să-şi pună o mulţime de întrebări despre metodologia experimentului, despre procedeele folosite şi despre supoziţiile sale de bază. Şi ar fi fost nevoit să-şi reformuleze concluziile sau, şi mai probabil, să se abţină să tragă vreo concluzie pînă cînd reuşea să efectueze din nou experimentul.)

Spallanzani descoperise o metodă de inseminare artificială. În 1779, el şi-a consolidat argumentaţia cînd a folosit cu succes un procedeu similar la o femelă de cîine. Chiar dacă nu a fost primul care a aplicat cu succes inseminarea artificială (crescătorii arabi de cai făceau acest lucru de secole), Spallanzani a fost totuşi primul care a efectuat acest experiment în mod ştiinţific, cu păstrarea unor elemente de control şi documentarea rezultatelor.

El a creat o adevărată agitaţie în lumea ştiinţifică, ca să nu spunem mai mult, iar în 1781 naturalistul elveţian Charles Bonnet (1720–1793) i-a scris, prezicînd cu o oarecare clarviziune: „Nu ştiu, dar într-o zi ceea ce ai descoperit s-ar putea aplica speciei umane în scopuri la care nici nu ne putem gîndi şi cu consecinţe deloc insignifiante."

Dar rămînea deschisă o problemă: care anume parte din spermă provoacă fecundarea. Aşa că Bonnet i-a sugerat lui Spallanzani un alt experiment, care a condus la o altă serie de consecinţe neprevăzute. Spallanzani a pus o cantitate atent măsurată de spermă pe o sticlă de ceas. Apoi, folosind o cantitate mică de gluten, un clei natural, a lipit 26 de ouă de o altă sticlă de ceas, a întors-o cu susul în jos şi a aşezat-o deasupra sticlei ce conţinea sperma. Ouăle erau umede şi o parte din spermă aparent a dispărut (probabil s-a evaporat), dar ouăle nu au intrat în contact direct cu sperma. Cînd au fost introduse în apă, aceste ouă nu s-au dezvoltat. Dar cînd a uns alte ouă cu sperma de pe sticlă, acestea s-au dezvoltat, demonstrînd că sperma era încă „potentă". O dată pentru totdeauna, *aura seminalis* a fost tăiată de pe lista suspecţilor. De aici, Spallanzani a conchis că „fecundarea [sau fertilizarea] la broaştele rîioase fetide nu este efectul aşa-numitei *aura seminalis*, ci al părţii sesizabile [care poate fi percepută cu simţurile] a spermei".



Un microscop de felul celor folosite în anii 1700

Bonnet a sugerat să se testeze dacă alte influenţe – sîngele, extractele de sînge, electricitatea, oţetul, vinul, urina, lămîia şi sucurile de lămîie, uleiurile şi multe altele – ar putea produce rezultate interesante. Spallanzani a verificat aceste sugestii, dar nici unul dintre factorii menţionaţi nu a provocat vreo dezvoltare a ouălor. El a încercat să testeze cît de virilă era sperma – ce i-ar putea anula capacitatea de fecundare –

şi a descoperit mai multe lucruri care nu funcţionau, printre care diluţia, expunerea la vid, frig şi ulei. În orice caz, sperma nu a dat rezultate bune cînd a fost expusă la căldură mare, evaporare sau vin, ori cînd a fost strecurată printr-o hîrtie de filtru.

Această ultimă constatare i-a dat lui Spallanzani ideea pentru un alt experiment, în care a filtrat sperma. Rezultatul a fost un lichid subţire, care nu avea nici o putere de a fertiliza ouăle. Iar pe hîrtia de filtru a rămas un reziduu dens şi mucilaginos. Cînd Spallanzani a aplicat reziduul pe ouă, acestea s-au dezvoltat din nou. Dar, din cine ştie care motiv, Spallanzani a ignorat importanţa acestui detaliu important, ajungînd la concluzia că nu sperma rămasă pe hîrtia de filtru, ci mica porţie de fluid seminal care a rămas în urmă a fost cea care a fertilizat ouăle. Aşadar, Spallanzani ar fi trebuit să conchidă corect de pe urma experimentului său că sperma, şi nu fluidul din jurul spermei, a făcut efectiv treaba. Dar dintr-un motiv oarecare, pe care probabil că nimeni nu-l va pricepe vreodată, el nu a ajuns la această concluzie. A mai obţinut anterior nişte rezultate experimentale care aparent au avut darul să tulbure apele – lichid seminal despre care a crezut că nu conţine spermă, dar care a fertilizat ouăle, lichid seminal care conţinea spermă aparent anihilată prin expunerea la urină sau oţet, dar care a funcţionat totuşi. Sau poate că a fost abătut de la interpretarea corectă de convingerea sa că spermatozoizii sînt nişte paraziţi transmişi de la o generaţie la alta prin intermediul actului sexual, un soi de boală venerică universală.

Între timp, problema în legătură cu felul în care un animal se dezvoltă din momentul în care oul este fertilizat a rămas în aer.

WOLFF PUNE LA ÎNDOIALĂ PREFORMAREA

„Ovarul unei femele-strămoş", a scris cîndva Haller, „va conţine nu numai pe fiica ei, dar şi pe nepoata, pe strănepoata şi pe stră-stră-strănepoata ei, şi din momentul în care s-a dovedit că un ovar poate conţine multe generaţii, nu este deloc absurd să spui că el le conţine pe toate." Cunoscută sub numele de preformare, această idee avea o oarecare vechime, cu toate că, în funcţie de teoria reproducerii la care respectivul om de ştiinţă adera, „homunculul", cum fusese denumită această minusculă fiinţă omenească preformată, putea fi localizat fie în ovul, fie în spermă. Iar specialiştii în microscopie dotaţi cu imaginaţie chiar au desenat omuleţii pe care li se păruse că îi văzuseră îngrămădiţi în cotloanele unei singure celule de spermă.

Dar Caspar Friedrich Wolff (1734–1794) a adus o nouă metodă de abordare a analizei dezvoltării şi diferenţierii embrionului. În 1759 el a scris o disertaţie de mare importanţă, intitulată *Theoria generationes* („Teoria generaţiilor"), prin care a schimbat cursul istoriei embriologiei. El relatează acolo observaţiile pe care le-a făcut asupra plantelor şi evidenţiază premisa filozofică potrivit căreia dezvoltarea embrionului este „epigenetică", cu alte cuvinte, progresele se fac printr-o adăugare treptată a părţilor.

Aparent fără să-şi dea seama că majoritatea colegilor săi – printre care marele fiziolog Albrecht von Haller – susţineau cu îndărătnicie teoria preformării, Wolff şi-a trimis teza lui Haller (pe atunci Wolff nu avea decît 26 de ani). Haller nu a stat prea mult pe gînduri şi a respins teza lui Wolff din motive religioase. Simţindu-se fără îndoială pe

nedrept respins, Wolff a replicat vehement, arătînd că un om de ştiinţă trebuie să caute adevărul fără să prejudicieze materialul din motive religioase, nu ştiinţifice. Pe de altă parte, însă, Wolff nu făcuse decît să propună o ipoteză relativ neargumentată; aşa încît teza lui, în momentul acela, nu era suficient de solidă pentru a rezista obiecţiilor lui Haller.

Dar biologii din secolul al XVIII-lea s-au confruntat cu o dilemă. Deşi Haller, Spallanzani şi Bonnet se simţeau la largul lor în contextul religios al vremii şi doreau să-şi păstreze loialitatea faţă de mitul biblic al creaţiei, ei voiau totodată să analizeze reproducerea biologică în aceiaşi termeni mecanici pe care îi folosiseră pentru toate celelalte aspecte ale fiziologiei la care lucrau cu toţii.

Folosirea metodei experimentale pentru rezolvarea acestui caz ridica anumite probleme. Microscoapele nu cunoscuseră cine ştie ce îmbunătăţiri faţă de perioada lui Leeuwenhoek. Tehnicile de colorare, care ar fi permis biologilor să diferenţieze feluritele tipuri de ţesuturi şi celule, nu fuseseră încă puse la punct. Progrese mai importante se înregistraseră în domeniul vegetal, deoarece la plante detaliile sînt mai uşor de văzut la microscop decît ţesuturile animale necolorate. Aşa se face că majoritatea concluziilor lui Wolff, atît pentru plante, cît şi pentru animale, se bazau doar pe examinarea plantelor. Acolo, în seminţe, el a văzut în materialul primordial nediferenţiat rudimente de frunze şi părţi de flori.

Apoi, în 1768, Wolff a descris noile cercetări pe care reuşise să le efectueze în legătură cu formarea intestinului la puii de găină. El a constatat că intestinul puilor se dezvolta dintr-un simplu fragment de ţesut pe măsură ce embrionul se dezvolta. Ţesutul se plia pe lungime pentru a forma un fel de jgheab, după care se închidea şi se forma tubul. El a mai

descoperit la animalele mai dezvoltate că un rinichi embrionic dezvoltă ceva asemănător pentru ca mai tîrziu să dispară înainte de dezvoltarea completă. (În cinstea sa, structura a fost între timp denumit corpul wolffian.) El a susținut că în aceste două cazuri teoria preformării nu-și păstra valabilitatea. Intestinul de pui nu s-ar fi putut preforma în ou; el și-a urmărit dezvoltarea etapă după etapă. Wolff a conchis că procesul trebuie să fie o diferențiere a unui țesut simplu și uniform (omogen) în structuri mai complexe, heterogene (diferite).

„Putem conchide", scria Wolff, „că organele corpului nu au existat dintotdeauna, ci s-au format succesiv; indiferent de cauza care a provocat această formare. Nu afirm că ea a fost cauzată de o combinare întîmplătoare a particulelor, de un fel de fermentare, și nici nu a fost provocată de cauze mecanice sau de activitatea sufletului, *ci doar că a fost provocată.*"

Wolff a fost unul dintre primii biologi care au devenit susținători ai *Naturphilosophie* (filozofia naturii), o filozofie de origine germană influențată de romantism, care susținea că natura este impregnată de o forță vitală care infuzează procesele de creație și reproducere.

Ca adept al *Naturphilosophie*, el considera că procesul pe care l-a observat manifesta un soi de forță vitală care acționa asupra materiei organice omogene, constituindu-se în structuri. Dar nu a putut merge mai departe.

În cele din urmă, deși Wolff a ajuns departe (T. H. Huxley l-a considerat un geniu mult subestimat), el nu a reușit să cîștige bătălia împotriva teoriei preformării. Pentru această bătălie, oamenii de știință aveau nevoie de dezvoltarea unei teorii celulare care să le furnizeze cadrul necesar pentru

înțelegerea spermei, a oului și a embrionului. Și, în al doilea rînd, biologii vor trebui să renunțe la două din ideile lor preferate din secolul al XVIII-lea: mecanicismul și *Naturphilsophie*. Trebuiau să renunțe să vadă organismele ca pe niște mașini, fără să renunțe însă la speranța de a explica mecanismele care le făceau să funcționeze. Aceia care se străduiau să înțeleagă procesul de dezvoltare a embrionului, ca și cei care făceau eforturi pentru a da un răspuns la marile întrebări ale evoluției, nu vor avea parte de cîștigarea bătăliei decît în secolul al XIX-lea.

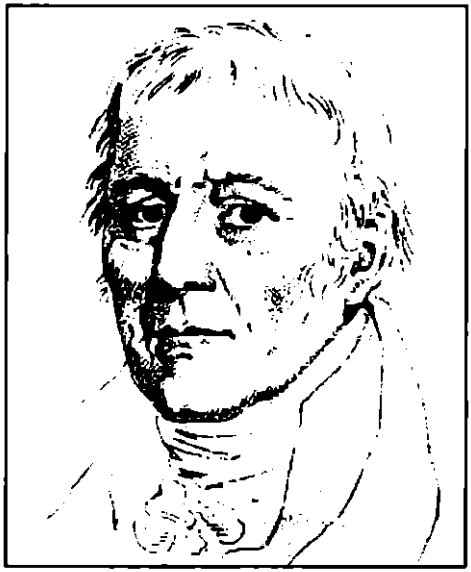
CAPITOLUL 9

PRECURSORII TEORIEI EVOLUȚIONISTE MODERNE: LAMARCK ŞI CUVIER

Controversa din secolul al XVIII-lea privind „fixitatea speciilor" – ideea că toate speciile rămîn exact aşa cum au fost dintotdeauna – a atins punctul culminant la finele secolului o dată cu lucrările a doi oameni de ştiinţă, Jean-Baptiste de Monet de Lamarck (cunoscut ca Lamarck) şi Georges Cuvier. Probabil că nu a fost o întîmplare faptul că amîndoi erau francezi, deoarece între timp Parisul devenise centrul studiilor biologice. Iar oraşul însuşi era aşezat într-un bazin vast, un imens cimitir biologic ce conţinea sute de mii de cochilii, corali, mamifere şi un mare depozit de fosile. Lamarck şi Cuvier au devenit doi mari rivali, unul fiind expert în nevertebrate (animale fără coloană vertebrală), celălalt specializîndu-se în vertebrate (cele cu coloană vertebrală).

LAMARCK DESCHIDE UŞA...

Charles Darwin l-a numit cîndva pe Lamarck „primul om ale cărui concluzii asupra subiectului [de unde provin speciile] au atras serios atenţia...", unul care „a făcut servicii



Evoluționistul deschizător de drum Jean-Baptiste de Monet, cavaler de Lamarck

imense atrăgînd atenția asupra probabilității ca toate schimbările din lumea organică, precum și din cea anorganică să fie consecința unor legi și nu a unei interpuneri miraculoase." Locul lui în istoria științei a fost adesea umbrit chiar de uriașa contribuție a lui Darwin, din secolul următor, și de ridiculizările la care a fost supus Lamarck de către colegii săi. Dar Lamarck s-a numărat printre primii care au avut curajul să susțină ideea că speciile nu sînt fixe, ci se transformă de la o generație la alta de-a lungul timpului. A fost un om cu intuiții strălucite, deși uneori și-a extins speculațiile mult dincolo de pregătirea lui științifică. Astfel, el a încercat să sintetizeze teorii nu numai în biologie, ci și în fizică și chimie (domenii în care s-a opus vehement descoperirilor revoluționare ale lui Lavoisier.)

Deşi cel mai mic dintre cei 11 copii ai familiei sale, Jean-Baptiste Pierre Antoine de Monet (1744–1829) a moştenit totuşi titlul de cavaler de Lamarck. Dar norocul lui s-a oprit aici, pentru că titlul nu i-a adus nici un venit. Ca tînăr fără nici un fel de perspective reale, el a fost trimis să studieze la o şcoală iezuită pentru a deveni preot (familia sa aristocratică nevăzînd nici o altă posibilitate pentru el de a se întreţine onorabil, exceptînd cariera militară). Dar imediat după moartea tatălui său, cu modesta moştenire care i-a revenit, el şi-a cumpărat un cal şi a plecat cît mai departe de viaţa de preot. La numai 16 ani s-a înrolat în armata germană. S-a distins în timpul Războiului de şapte ani şi a fost avansat pentru vitejie. Dar o inflamaţie cronică a nodulilor limfatici de la gît a pus capăt carierei sale militare la numai 22 de ani. Aşa încît, aflat în continuare în căutarea norocului, Lamarck s-a dus la Paris, unde s-a căsătorit de mai multe ori, a studiat botanica, medicina şi muzica şi a lucrat ca funcţionar bancar.

În această perioadă s-a împrietenit cu filozoful Jean-Jacques Rousseau, cu care făcea lungi plimbări, discutînd despre natură şi istoria naturală. A descoperit că îşi poate cîştiga existenţa scriind două cărţi anodine de medicină şi un almanah anual care, timp de 11 ani, a furnizat prognoze meteorologice total nesigure, bazate pe propriul său sistem meteorologic.

Dar cariera lui Lamarck şi-a luat cu adevărat avînt abia atunci cînd a revenit la interesul său pentru viaţa vegetală, stîrnit pentru prima oară pe vremea cînd era militar, staţionat de-a lungul coastei mediteraneene. El a scris o carte despre flora franceză (*Flore française*), care a fost publicată în 1778 şi a cunoscut un mare succes, fiind retipărită de mai multe ori. A fost primul ghid de teren organizat astfel încît să-i

ajute pe cititori să identifice speciile de flori din Franţa şi a fost larg folosit de botanişti, ca şi de excursioniştii ocazionali.

Ajutat de Buffon, care manifestat interes pentru el şi l-a angajat ca tutore al fiului său, Lamarck şi-a început cariera în istoria naturală. În 1781 a devenit asistent la departamentul de botanică al Muzeului de istorie naturală al regelui, un post plătit care i-a oferit posibilitatea să călătorească mult, colectînd specimene botanice pentru muzeu. Apoi a venit Revoluţia. Regimul care îi angajase pe el şi pe Buffon luase sfîrşit, iar vechea Jardin du Roi din Paris a devenit noul Muzeu de Istorie Naturală. Dar o dată cu Revoluţia a venit şi un dram de noroc. În 1793, cînd revoluţionarii căutau pe cineva pe care să-l numească în postul neînsemnat de profesor de insecte, scoici şi viermi (ceea ce astăzi se numeşte zoologia nevertebratelor) pentru muzeu, a fost ales Lamarck – în pofida lipsei sale de pregătire în acest domeniu. (Cam în aceeaşi perioadă, viitorul său rival, Cuvier, a fost numit în postul evident mai prestigios de profesor de zoologie a vertebratelor.) În tot cazul, imperturbabil, Lamarck a sesizat ocazia care i se oferea şi, la aproape 50 de ani, s-a aruncat asupra subiectului, obţinînd rezultate prodigioase, inclusiv o *Istorie a nevertebratelor* în şapte volume.

Lamarck a reuşit să aducă ordine acolo unde Linnaeus lăsase un soi de ghiveci eclectic. El a diferenţiat arahnidele (păianjenii, căpuşele, moliile şi scorpionii, care toate au cîte opt picioare) de insecte (care au doar şase picioare). A definit categoriile crustaceelor (crabi, homari, creveţi şi altele asemenea) şi echinodermelor (acelea cu ţepi exteriori, cum sînt stelele de mare şi aricii de mare). De fapt, Lamarck a definit termenii de vertebrate şi nevertebrate şi a inventat cuvîntul *biologie*.

În lucrarea sa cea mai bună, *Filozofia zoologică*, publicată în 1809, Lamarck a promovat doi factori pe care îi considera importanți pentru evoluția speciilor: primul că toate vietățile au o tendință fundamentală de a evolua spre forme superioare de viață și că natura însăși tinde spre o complexitate crescîndă. Iar al doilea, de fapt ideea pentru care este cel mai cunoscut și cel mai criticat, moștenirea caracteristicilor dobîndite.

Lamarck credea că viața a fost generată spontan dintr-o gelatină sau un material mucilaginos, cu ajutorul căldurii și al electricității, și a intrat în dezacord cu cei care credeau că marile potopuri și celelalte catastrofe marcaseră istoria regnului animal și a celui vegetal. Ființele, considera el, au suferit schimbări treptate în mediul lor natural de-a lungul unor mari intervale de timp – de fapt, Lamarck a intuit mai bine decît majoritatea contemporanilor săi amploarea colosală a perioadelor geologice. Aceste schimbări pe termen lung ale mediului, considera el, nu provocaseră direct modificări ale speciilor. Dar Lamarck a sugerat că schimbările de mediu afectează sistemul nervos, care produce schimbări în întreaga structură a vietăților. Un imbold, senzația de nevoie produceau la animal, într-un fel oarecare, modificări ale mușchilor și organelor ca o reacție la cerințele schimbătoare ale mediului. Lamarck considera că necesitățile vitale ale unui animal îi modelau efectiv organele și că aceste trăsături, dacă erau comune masculului și femelei, erau apoi transmise progeniturii respectivelor animale. De exemplu, girafele (despre care el credea că la origine fuseseră antilope) își întindeau picioarele, gîturile și limbile pentru a ajunge la cele mai înalte frunze din copaci. Fiecare generație reușea să se întindă ceva mai mult, transmițînd picioare, gîturi și limbi tot mai lungi

pînă cînd a rezultat girafa așa cum o cunoaștem astăzi. Alte caracteristici ale animalelor au evoluat și ele în timp, de la o generație la alta. Cîrtițele și șoarecii orbi, de exemplu, nu au vedere pentru că trăiesc sub pămînt și și-au pierdut simțul văzului prin nefolosire. Degetele de la picioarele rațelor sînt unite prin membrane și se întind pentru a înota prin apă. Lamarck nu a spus că speciile dobîndesc caracteristici noi numai dorindu-și să le capete, așa cum au susținut greșit mulți dintre criticii lui. Teoria lui era mult mai mecanicistă. El credea că imboldul sau nevoia din organism se transforma singură într-un fel de fluid ce curgea în organul ce trebuia schimbat – de exemplu atunci cînd o girafă întindea gîtul pentru a ajunge la frunze.

În orice caz, „moștenirea caracteristicilor dobîndite" nu rezistă la o examinare atentă. E posibil ca girafele să reușească să-și lungească gîtul – puțin. Dar cum rămîne cu colorarea de camuflaj – dungile, petele, punctele? Majoritatea animalelor nu-și pot modifica coloritul prin încercări și nici dorindu-și acest lucru. Iar această dovadă nu sprijinea ideea că asemenea caracteristici dobîndite ar putea fi moștenite, chiar dacă un individ reușea să-și modifice anatomia.

Dar, în pofida faptului că a fost abătut de la drumul său și a fost stigmatizat pentru totdeauna din cauza acestui punct de vedere, fără doar și poate că Lamarck a făcut din evoluție un subiect prioritar pentru gîndirea biologică și a fost primul biolog important care a făcut acest lucru. Erasmus Darwin (bunicul lui Charles Darwin) propusese ideea cu vreo cincizeci de ani mai devreme, dar opera sa a fost speculativă și nu întotdeauna bine gîndită (un aspect care l-a jenat mereu pe nepotul său). Iar Cuvier a respins-o categoric, preferînd ideea catastrofismului (vezi capitolul 3 despre geologie). În

această privință, Lamarck a avut o controversă acerbă cu Cuvier, care, nesuportînd să fie contrazis, nu i-a iertat niciodată această ceartă. În ultimii ani ai vieții, Lamarck a orbit și, într-un moment de maximă josnicie, Cuvier l-a dojenit cu sarcasm: „Probabil că refuzul dumitale de a-ți folosi ochii pentru a te uita la natură cum se cuvine i-a făcut pe aceștia să înceteze a mai funcționa". Dar Lamarck a continuat să participe la întrunirile științifice la brațul fiicei sale, încercînd să-și susțină punctul de vedere. „Nu este de ajuns să descoperi și să demonstrezi un adevăr folositor", scria el, „este la fel de necesar să reușești să obții recunoașterea lui." În 1829 el a murit sărac, cu adevărul lui util rămas nerecunoscut. Una peste alta, interesul pe care Lamarck l-a stîrnit în rîndul contemporanilor săi, precum și al celor care au urmat s-a datorat, din păcate, mai mult batjocurii la care a fost supus decît interesului științific.

FRAȚII HUNTER: POVESTEA UNUI SAVANT TICĂLOS

William Hunter (1718–1783) și-a construit reputația de a fi unul dintre medicii și anatomiștii de frunte din Londra; între timp, fratele lui mai tînăr John (1728–1793), își clădea la Glasgow o reputație de o cu totul altă natură. Prin contrast cu fratele lui serios și sobru, John era considerat de către cei care îl cunoșteau un analfabet bețiv și nestăpînit. Nu știa decît să bea, să se bată, să înjure și să călărească nebunește pe dealurile și cîmpiile scoțiene. Singura lui calitate, spuneau orășenii, era că știa să-și folosească mîinile și se părea că are un talent nativ în folosirea uneltelor, ceea ce îi era de folos în meseria de tîmplar.

Deşi a făcut muncă de pionierat în multe domenii, John Hunter este preţuit cel mai mult pentru marele muzeu de anatomie comparativă pe care l-a alcătuit. El şi-a alcătuit colecţia pentru a ilustra structura şi funcţiile comparative ale organelor în întregul regn animal şi a petrecut mult timp pentru prepararea exponatelor. Guvernul britanic a cumpărat impresionanta colecţie după moartea sa şi a încredinţat-o spre îngrijire Colegiului Regal al Chirurgilor. Din nefericire, o mare parte din ea a fost deteriorată în timpul celui de-al doilea război mondial.

În asemenea condiţii, de ce l-a chemat fratele lui la Londra ca să preia postul de asistent în laboratorul său anatomic personal a fost un mister pentru toată lumea. Şi mai toţi considerau că din această asociere nici unul dintre cei doi fraţi nu va avea de cîştigat.

Nu încape nici o îndoială că John era un om îndemînatic şi, cu toate că nu a renunţat la stilul lui de viaţă destrăbălat,

el a progresat rapid de la efectuarea disecțiilor (în vreme ce fratele lui William susținea lecția) la postul de supraveghetor al laboratorului. De fapt, William a fost atît de încîntat de prestația fratelui său mai mic încît (deși îl deranjau în continuare purtările sale turbulente) a reușit să obțină pentru John permisiunea de a studia la Spitalul Militar din Chelsea. Surprinzător, John a terminat cu brio stagiul de pregătire și anul 1754 îl găsește studiind chirurgia la Spitalul St. George. După un an de rezidență la chirurgie, el a devenit partener cu drepturi depline al fratelui său la școala de anatomie privată a acestuia.

Cu toate acestea, relația dintre cei doi frați nu era lipsită de probleme. John refuza în continuare să poarte peruca cuvenită și insista să i se spună „Jack". Și nu a fost prea fericit cînd William l-a sfătuit să intre la Oxford. „Au vrut să facă din mine o băbătie, încercînd să mă îndoape cu latină și greacă", le-a spus el prietenilor cînd a șters-o de-acolo imediat după terminarea primului semestru.

A reușit totuși să-și amelioreze scrisul și cititul, chiar dacă nu s-a simțit niciodată la largul lui în nici una dintre ipostaze. Și a mai deprins gustul pentru traiul îndestulat, inclusiv locurile cele mai bune la teatru și participarea la reuniunile elitei londoneze. Mai important, el a devenit repede cunoscut ca unul dintre cei mai importanți cercetători ai aspectelor fundamentale ale biologiei. Totodată, el și-a depășit rapid fratele mai mare nu numai în domeniul cercetării – a urmărit dezvoltarea testiculelor la fătul mascul, a descris traseul nervilor cranieni nazali și olfactivi și a studiat formarea puroiului – dar și în privința reputației de anatomist.

Reputația lui William era solidă. Specialitatea sa era obstetrica și, cu metodele sale științifice, a reușit să reducă mult rata mortalității la naștere. În multe privințe, el a depus

un efort eroic, care a necesitat o lungă luptă, pentru a reduce dominația moașelor în domeniul nașterilor, o practică ce degenerase în secolul al XVII-lea de la o procedură plină de căldură și grijă la una neglijentă și efectuată doar în scopul unor profituri rapide de către persoane slab pregătite.

Totuși, e de presupus că William nu a fost chiar nefericit atunci cînd fratele lui mai tînăr, preocupat de propria sănătate, a decis că i-ar face bine o climă mai blîndă și s-a înrolat în armată ca chirurg militar. Cu sănătatea ameliorată după o perioadă petrecută în Portugalia – unde și-a dedicat o parte din timp studierii specimenelor animale și vegetale – John a ajuns chirurgul șef al unei expediții militare în Belle Isle, o mică insulă din Atlantic. În timpul luptei care s-a purtat acolo între trupele britanice și spaniole, el a început un studiu important asupra rănilor provocate prin împușcare, consolidîndu-și și mai mult reputația de chirurg.

Revenit la Londra, John a descoperit că fostul lui post de la școala lui William fusese ocupat între timp, și astfel s-a hotărît să-și înființeze propriul cabinet. La fel ca fratele lui mai mare, și el preda anatomia și chirurgia. Și, în ciuda disprețului său necontenit față de „învățarea după cărți", el a dat dovadă de o mai mare rigoare științifică decît fratele său, elaborîndu-și minuțios procedurile. Prin disecarea și studierea a peste 500 de specii de animale, John a făcut muncă de pionierat în studiul sistemului limfatic, a demonstrat că tendoanele pot fi reunite în urma ruperii și a efectuat cercetări importante în studiul coagulării sîngelui. Totodată, a lucrat la probleme în legătură cu embriologia puiului de găină și lucrările care s-au păstrat în acest domeniu cuprind unele dintre cele mai frumoase și precise desene făcute vreodată asupra subiectului.

Ales membru al Societății Regale din Londra în 1767, John a reușit să-și înfrîngă aversiunea față de scris și a avut numeroase și variate contribuții la literatura științifică. Opera sa stă mărturie pentru mintea sa ageră și curioasă, printre titlurile mai importante numărîndu-se: „Un tratat de istorie naturală al danturii umane", „Reguli pentru conservarea animalelor și a părților de animale în vederea investigațiilor anatomice" și „Observații și reflecții despre geologie".

Nu trebuie să ne surprindă că spre sfîrșitul vieții sale John s-a angrenat în numeroase discuții aprinse în contradictoriu cu fratele său (fiecare susținea că celălalt, în diverse momente, „împrumutase" din opera sa), iar disputele lor au continuat pînă la moartea lui William, în 1783. John a murit 10 ani mai tîrziu ca urmare a unui experiment pe care îl începuse în 1767, cînd s-a inoculat singur cu puroiul prelevat de la un pacient bolnav de sifilis. Ironia face ca teoriile sale privind sifilisul și gonoreea (prea implicat ca să le studieze mai îndeaproape) să fie greșite și, în afară de faptul că au direcționat greșit cercetările privind sifilisul pentru mai bine de o jumătate de secol, i-au provocat moartea în 1793.

Caracteristic pentru el, a studiat evoluția bolii folosindu-se pe sine drept cobai pînă la capăt. La fel de caracteristic, a murit în urma unei controverse aprinse cu un coleg la o ședință de consiliu de la Societatea Regală. Cauza directă a morții sale a fost stabilită ca fiind apoplexia, dar e mai probabil ca de vină să fi fost sifilisul netratat.

...IAR CUVIER ÎNCEARCĂ SĂ O ÎNCHIDĂ

O mare parte din dezaprobarea și ridiculizările la care a fost supus Lamarck s-a datorat marelui său rival Georges Cuvier, un gigant al științei vremurilor sale, ale cărui formi-

Georges Cuvier, anatomist comparatist şi paleontolog de frunte

dabile puteri de observaţie şi de deducţie i-au adus un bine meritat prestigiu, la care s-a adăugat abilitatea politică cu care a reuşit să obţină succese şi posturi importante de-a lungul regimurilor divergente prin care a trecut Franţa în timpul vieţii sale. Datorită forţei staturii sale, ideile lui Cuvier le-au eclipsat complet pe cele ale lui Lamarck în timpul generaţiei sale, aşa cum le-au eclipsat pe cele ale lui Hutton în domeniul geologiei (vezi capitolul 3).

Cuvier şi-a clădit opoziţia faţă de ideile evoluţioniste ale lui Lamarck pe fundamentul solid al cunoştinţelor sale de anatomie comparată, care l-au dus la ideea că funcţiile tuturor părţilor constituente ale anatomiei şi fiziologiei unui animal erau atît de complet integrate încît nici o schimbare nu se putea produce de la o generaţie la alta fără să se strice

echilibrul. Orice parte a corpului unui animal, susţinea Cuvier, era intrinsec legată de toate celelalte părţi ale corpului, cu respectarea principiului că funcţia generează forma. Forma şi utilitatea unui organ îi sugerau o constelaţie de organe şi funcţii legate de acesta. Iar el putea reconstitui un întreg mod de viaţă al unui animal, literalmente în somn – sau cel puţin o poveste celebră susţine această premisă.

Se pare că într-o noapte, tîrziu (probabil după un păhărel în plus băut la restaurantul din apropiere), unul dintre studenţii săi a decis să-i joace o farsă lui Cuvier, apărînd lîngă patul lui costumat în diavol. „Cuvier, Cuvier, am venit să te mănînc", a mîrîit el ameninţător. La care Cuvier, încă adormit, i-a răspuns calm: „Toate vietăţile cu coarne şi copite sînt ierbivore. Nu poţi să mă mănînci." Apoi s-a culcat din nou.

Fiu al unui soldat pensionat din armata franceză, Georges Léopold Frédéric Dagobert, baron Cuvier, s-a născut în 1769 la Montbéliard, un orăşel din Elveţia, într-o familie relativ săracă de hughenoţi francezi care se refugiaseră acolo de teama regimului intolerant al lui Ludovic al XIV-lea. (Convingerile protestante ale lui Cuvier nu i-au stat niciodată în drum în Franţa secolului al XVIII-lea, iar în 1793 revoluţionarii francezi au anexat regiunea unde s-a născut, făcîndu-l pe Cuvier în mod oficial cetăţean francez.)

Fiind un copil foarte talentat, încurajat de mama lui, Cuvier a învăţat să citească de la patru ani, iar la paisprezece ani a fost admis la Academia din Stuttgart, unde abordarea disciplinată a studiilor şi memoria lui prodigioasă i-au adus recunoaşterea. (Se spunea că mai tîrziu, în timpul vieţii sale, el putea recita din memorie orice paragraf din oricare din cele 19 000 de cărţi pe care le avea în bibliotecă.) În adoles-

cență, Cuvier a fost fascinat de cărțile lui Buffon, pe care le-a găsit pe rafturile unchiului său, care – ca mulți alți europeni – le colecționa volum după volum, pe măsură ce se tipăreau.

După ce și-a obținut diploma la 19 ani, Cuvier a devenit tutorele fiului de 13 ani al unui conte din Normandia. În acest punct al vieții sale, nu numai că a ajuns să se intereseze serios de știință, dar a dobîndit și numeroase deprinderi sociale utile datorită contactelor cu diferite segmente ale societății, inclusiv conți, foști generali și cel puțin un prieten al lui Voltaire. El l-a mai cunoscut pe zoologul Etienne Geoffroy St.-Hilaire, care în 1795 l-a ajutat să obțină postul de profesor de zoologia vertebratelor la Muzeul de Istorie Naturală din Paris. Napoleon, ale cărui succese obținute ca general în războaiele revoluționare îi aduseseră notorietate, l-a invitat pe Cuvier să-l însoțească în Egipt în 1798. Napoleon l-a plăcut pe Cuvier și, cînd a ajuns la putere, mai întîi în calitate de consul și apoi ca împărat, a găsit posturi pentru el în guvernul său. În 1803, Cuvier a devenit secretar permanent de fizică și științe naturale la Institutul Național, iar în 1808 Napoleon l-a numit la conducerea educației investigative din Franța. Cînd familia regală de Bourbon a revenit la putere în 1815, Cuvier ar fi putut să dispară de pe firmament. Numai că aceștia l-au folosit, numindu-l cancelar al fostei Universități Imperiale, redevenită Universitatea din Paris. Cuvier a deținut totodată și un post în cabinetul lui Ludovic al XVIII-lea, deși, cînd fratele mai reacționar al lui Ludovic, Carol al X-lea, l-a urmat la tron în 1824, Cuvier a cunoscut o ușoară perioadă de eclipsă. Dar în 1831, cînd Carol al X-lea a fost iarăși alungat, noul rege, Ludovic-Filip, l-a făcut baron. El l-a numit totodată și ministru de Interne,

deşi Cuvier nu a trăit destul ca să ocupe acel post, pentru că a murit în timpul epidemiei de holeră din mai 1832.

În pofida opoziţiei sale vehemente faţă de orice sugestie privind teoria evoluţionistă, Cuvier a contribuit cu mai multe idei care au făcut posibilă formularea acesteia în secolul al XIX-lea. El a fost primul care şi-a dat seama că fosilele, îngropate cum erau în straturile geologice, reprezentau un moment anumit din istoria Pămîntului, imobilizate acolo pentru a fi examinate. El şi-a îndemnat colegii savanţi să pună întrebări, să examineze şi să se angajeze în studiul empiric.

„Se pare că naturaliştii", susţinea el în public, „nu au prea avut habar de oportunitatea investigării faptelor înainte de a-şi elabora sistemele."

Colecţionarii acumulaseră mari cantităţi de fosile, adunate la întîmplare şi reunite fără nici o noimă. Cuvier i-a mustrat pentru că îşi priveau colecţiile de fosile „doar ca pe nişte curiozităţi, şi nu ca pe nişte documente istorice", pentru că neglijaseră să observe ce legi ar fi putut guverna poziţia în care fuseseră găsite sau legătura cu straturile în care fuseseră îngropate. El a formulat o serie de întrebări pe care le considera necesare, cum ar fi: „Sînt anumite animale şi plante neobişnuite pentru anumite straturi şi de negăsit în altele? Care sînt speciile care apar primele în ordine, şi care sînt cele ce le urmează? Se însoţesc vreodată una pe cealaltă aceste două specii?" şi aşa mai departe, într-o ordine metodică.

Chiar dacă sîntem impresionaţi de rigoarea abordării lui Cuvier, am putea foarte bine să nu fim impresionaţi de faptul că el considera că poate descoperi în felul acesta indicii cu privire la istoria Pămîntului, deoarece astăzi luăm ca de la

sine înțeleasă această metodă. Dar, în scopul de a stabili o istorie geologică de pe urma acestor fosile, vietățile străvechi dintr-o specie anume trebuie să se găsească numai în rocile depuse în anumite epoci. Pentru ca acest lucru să fie adevărat, trebuie ca fosilele să reprezinte specii dispărute, iar acesta era un subiect foarte dezbătut pe vremea lui Cuvier. Mulți dintre contemporanii săi (printre care și Thomas Jefferson) credeau că era imposibil ca extincția să se fi produs vreodată. Ei susțineau că acele fosile care reprezentau specii acum necunoscute trebuie să reprezinte de fapt niște specii care mai trăiesc undeva pe Pământ și care nu fuseseră încă descoperite.

Cuvier și-a dezvoltat capacitatea de a reconstitui un întreg animal din cîteva părți. În 1796, el a examinat fosila străveche a unei creaturi asemănătoare cu elefantul și a descoperit că nu aparținea nici uneia dintre cele două specii existente. El a arătat că fosila unui animal din America de Sud, *Megatherium*, era un leneș uriaș de uscat, acum dispărut, dar înrudit cu leneșii mai mici existenți astăzi. În 1812 a denumit o mare reptilă zburătoare *pterodactyl* deoarece aripile sale membranate se întindeau în afară, de-a lungul unui deget enorm. (În greacă, *pteron* înseamnă „aripă", iar *daktylos* –„deget".) Explicația pe care a dat-o acestor descoperiri a fost că istoria vieții trebuie să reflecte o succesiune de creații (și extincții), fiecare mai modernă decît precedenta.

Cuvier a îmbunătățit de asemenea sistemul de clasificare al lui Linnaeus divizînd regnul animal în patru „tipuri" de bază și evidențiind natura paralelă esențială a sistemului lui Linnaeus. (Ordonarea paralelă a avut consecințe serioase asupra Marelui Lanț al Existenței care dominase scena de atîta timp, ca să nu mai vorbim de abordarea ierarhică a lui

Cunoştinţele lui Cuvier despre anatomia şi structura osoasă atît a animalelor vii cît şi a celor dispărute nu aveau egal în epoca sa.

Lamarck; Cuvier a respins ambele concepte.) Cele patru tipuri reprezentau grupări de animale cu structuri interne similare, patru planuri principale cu structuri externe infinit de variate adaptate la cerinţele mediului. Similitudinile structurilor interne, şi nu o ierarhizare ordonată a caracteristicilor externe, formau baza clasificării sale, iar relaţiile dintre specii se bazau pe aceste similitudini. (Cuvier a fost de asemenea primul care a inclus fosilele în sistemul său de clasificare.)

Opera lui Cuvier dedicată fosilelor şi sistemul lui de clasificare au pregătit terenul, într-un fel, pentru ideea lui Darwin că în dezvoltarea naturală o singură formă originară

se poate schimba în mai multe feluri diferite deodată, conducînd la mai multe feluri de diversificare, dintre care cea mai bine adaptată la un anumit mediu este perpetuată în mod natural sau selectată.

Dar, în pofida tuturor acestor aspecte, Cuvier s-a manifestat împotriva evoluţiei. El ştia că fosilele trebuie să fie străvechi, aşa cum erau ele îngropate în straturile de roci care nu s-ar fi putut forma decît în perioade lungi de timp. Şi mai ştia că, cu cît erau mai adînc îngropate fosilele şi cu cît erau mai vechi rocile, cu atît mai mare era diferenţa dintre fosile şi structurile anatomice moderne. El a stabilit un sistem de clasificare care presupunea diferenţierea faţă de un model originar. De ce atunci nu a făcut pasul simplu către teoria evoluţionistă?

Unii critici afirmă că savantul francez avea un important punct slab: el credea în povestea biblică a istoriei Pămîntului aşa cum este relatată în Geneză. Dar Cuvier susţinea că obiecţiile lui sînt în primul rînd ştiinţifice. Pe baza cunoştinţelor sale privind felul cum se armonizează părţile interne ale animalelor, el era convins că speciile erau fixe şi distincte şi că evoluţia era imposibilă. Şi a văzut în catastrofism o idee care explica existenţa fosilelor antice şi a speciilor aparent dispărute. Materialiştii radicali ai iluminismului, precum La Mettrie şi Erasmus Darwin, făcuseră supoziţii despre originea şi mutabilitatea vieţii. Dar nou-descoperitele elemente de anatomie comparată făceau ca acele concepte să pară naive. Realitatea complexităţii biologice părea să excludă crearea acestor forme printr-un proces natural.

La data morţii lui Cuvier, geologul din secolul al XIX-lea Charles Lyell făcuse deja cîteva aprecieri ostile asupra acestei poziţii. El a consolidat poziţia doctrinei uniformitariste – idee

susținută de James Hutton, cum că procesele care se produc actualmente pe Pământ oferă o bază pentru înțelegerea proceselor care au avut loc în trecut, Pământul „stabil" –, explicînd toate caracteristicile Pământului pe această bază, fără a mai recurge la teoria catastrofică. A fost primul indiciu al unei revoluții care avea să se producă în gîndirea biologică.

Ca un paradox, atît Lamarck, cît și Cuvier sînt cel mai bine cunoscuți pentru că s-au înșelat. Lamarck, pentru asocierea cu ideea de moștenire a caracteristicilor dobîndite (pe care nici nu a inițiat-o și nici nu a reprezentat un element central al gîndirii sale). Iar Cuvier, pentru insistența cu care a susținut catastrofismul și credința sa în fixitatea speciilor. Amîndoi merită un tratament mai bun din partea istoriei științei.

Georges Cuvier a fost un metodolog meticulos, iar strălucirea, modul de gîndire ordonat și sistematic pe care le-a adus în știință au produs un efect care umbrește de departe „erorile" lui. Devotamentul și puterea sa de convingere au stîrnit respectul și admirația pentru efortul de înțelegere reprezentat de știință. Charles Lyell, chiar omul ale cărui lucrări ulterioare au produs în parte diminuarea reputației lui Cuvier, a relatat această descriere a unei vizite pe care i-a făcut-o lui Cuvier, însoțind-o de recunoașterea faptului că mediul de lucru pe care și-l crease Cuvier reflecta marea sa implicare în muncă, sistematizarea și ordinea pe care aceasta le necesită și contribuția pe care au avut-o la rezultatele prodigioase obținute de Cuvier:

> *Ieri am pătruns în cabinetul personal al lui Cuvier, care este cu adevărat caracteristic pentru acest om. Aici este omniprezentă acea extraordinară putere de organizare metodică, acesta fiind marele secret al realizărilor prodigioase*

pe care le obține el an de an fără să pară că își dă vreo osteneală... Mai întîi este muzeul de istorie naturală de vizavi de locuința lui, pe care el însuși l-a aranjat în mod admirabil; urmează muzeul de anatomie, legat de locuință. În aceasta din urmă se găsește o bibliotecă dispusă într-un șir de încăperi, fiecare conținînd lucrări asupra unui singur subiect. Într-o cameră sînt așezate toate lucrările de ornitologie, într-o alta toate cărțile de ihtiologie, în alta găsești osteologie, în alta cărți de drept! etc., etc... Cabinetul propriu-zis nu conține nici un raft pentru cărți. Este o încăpere lungă, mobilată confortabil, luminată de deasupra, cu unsprezece pupitre la care se stă în picioare și două mese joase...

Empirismul lui Cuvier – insistența sa de a cerceta rezultatele observațiilor și experiențelor – a întruchipat tot ce a fost stimulator în legătură cu Epoca Rațiunii. Iar Lamarck a fost un precursor competent al uneia dintre cele mai mărețe și mai puternice teorii ale științei moderne. Dacă în anumite privințe s-au înșelat, ei nu au suferit decît povara inevitabilă pentru oricine încearcă să riște formularea unor întrebări și mai îndrăznește să caute și răspunsurile. Așa cum scria autorul de literatură științifică Stephen Jay Gould pe această temă: „Unele tipuri de adevăr necesită alegerea unui drum drept și îngust, dar cărările către intuiția științifică sînt la fel de sinuoase și de complexe ca și mintea omenească." În această declarație se regăsesc atît provocarea, cît și minunea științei – că adevărurile se dezvăluie într-o manieră ciudată și sinuoasă –, așa cum vor demonstra mai apoi aventurile științifice care aveau să vină o dată cu secolul al XIX-lea.

EPILOG

Newton a plantat stîlpul de semnalizare şi pe tot parcursul secolului al XVIII-lea drumul marcat de el a fost circulat din plin. Revoluţia ştiinţifică a produs o nouă şi mare încredere în capacitatea minţii omeneşti de a rezolva toate probleme fără a recurge la misticism sau la nişte autorităţi desuete –, iar această încredere a propulsat lumea occidentală, făcînd-o să traverseze cu bine solicitările majore ale tulburărilor sociale şi ale schimbărilor tehnologice.

Dacă secolului al XVIII-lea i-au lipsit giganţi de calibrul unor Galilei sau Newton, nu i-au lipsit căutătorii inteligenţi şi perseverenţi, care au lăsat urme adînci şi durabile de-a lungul drumului care duce la explicarea misterelor naturii.

De fapt, la trecerea dintre cele două secole, mărşăluind în acordurile năvalnice ale legilor newtoniene, ştiinţa părea să se îndrepte spre un progres inevitabil în toate disciplinele. De la Laplace la Kant, de la Priestley, Cavendish şi Black la Lavoisier, de la Coulomb la Franklin, şi de la Linnaeus la Spallanzani, Wolff, Cuvier şi Lamarck, gînditorii secolului al XVIII-lea au mers tot înainte.

A fost o perioadă impetuoasă şi stimulatoare pentru gînditorii ştiinţei. Şi cu toate că viitorul va aduce unele surprize neliniştitoare şi va deschide o nouă serie de enigme complexe – multe dintre ele rămînînd nerezolvate pînă astăzi –, puţini gînditori se îndoiau, spre sfîrşitul secolului al XVIII-lea, că în curînd toate secretele naturii vor fi

dezvăluite şi rezolvate. Dacă universul era o maşinărie magnifică (şi după atîtea succese în studierea sa pornind de la această premisă, cine s-ar mai fi putut îndoi?), atunci era firesc să se creadă că noile instrumente şi metode ale ştiinţei nu aveau nevoie decît de disciplină şi inteligenţă pentru ca mintea omenească să înţeleagă în scurt timp toate procesele reale ale naturii.

Aroganţă, exces de încredere, optimism exagerat? Probabil. Cu toate acestea, ştiinţa secolului al XVIII-lea a lăsat viitorului un dar durabil: o tradiţie care strunea puterile minţii de rezolvare a problemelor şi conferea acestor puteri un loc central în cultura mondială, o tradiţie care va contribui la toate aspectele vieţii umane, ale înţelegerii şi bunăstării în secolul ce avea să vină.

ANEXĂ

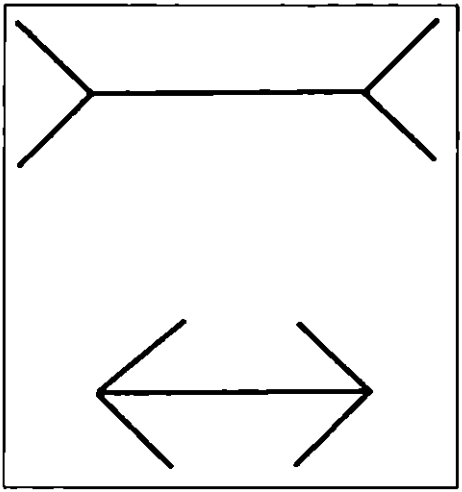
METODA ŞTIINŢIFICĂ

... o dată ce ni s-au deschis ochii... nu ne mai putem întoarce la vechea viziune asupra lumii... Dar fiecare revoluţie a gîndirii ştiinţifice înseamnă cuvinte noi puse pe aceeaşi muzică, iar ceea ce s-a petrecut înainte nu este distrus, ci doar privit din alt unghi.

A. S. Eddington

Ce este ştiinţa? Prin ce diferă ea de alte tipuri de gîndire? Şi ce fel de oameni sînt savanţii? Cum gîndesc ei şi ce vor să spună cînd vorbesc despre „activitatea ştiinţifică"?

Ştiinţa nu înseamnă numai eprubete sau aparate ciudate. Şi nici doar broaşte disecate sau denumiri ale speciilor de plante. Ştiinţa este un mod de gîndire, o modalitate vitală, care se dezvoltă permanent, de a privi lumea. Este un mod de a descoperi cum funcţionează lumea – un mod aparte, care foloseşte un set de reguli închipuite de oamenii de ştiinţă pentru a-i ajuta să-şi descopere, printre altele, şi propriile greşeli.



Aparenţele pot fi înşelătoare: aceste două linii au aceeaşi lungime.

Oricine ştie cît este de uşor să greşim cu privire la ceea ce vedem, auzim sau percepem într-un fel sau altul. Dacă nu sînteţi convinşi, priviţi cele două linii orizontale din figura de mai jos. Prima arată ca o săgeată bi-direcţională. Cealaltă are vîrfurile săgeţilor inversate. Care dintre ele credeţi că este mai lungă (fără să includeţi şi vîrfurile săgeţilor)? Acum măsuraţi-le pe amîndouă. Întocmai, cele două linii au exact aceeaşi lungime. Deoarece este atît de uşor să ne înşelăm cînd facem observaţii şi tragem concluzii, oamenii au pus la punct un sistem, numit „metodă ştiinţifică", pentru întrebarea „Cum pot să fiu sigur?" Dacă v-aţi da osteneala ca într-adevăr să măsuraţi cele două linii din exemplul nostru, în loc să ne credeţi pe cuvînt că liniile au aceeaşi lungime, atunci înseamnă că gîndiţi ca un om de ştiinţă. Şi anume, vă testaţi propriile observaţii. Verificaţi informaţia pe care v-am dat-o, conform căreia cele două linii „au exact aceeaşi lungime", folosindu-vă în acest scop de unul dintre cele mai puternice instrumente ale ştiinţei: cuantificarea sau măsurarea liniilor.

Filozoful grec Aristotel a afirmat că atunci cînd două obiecte de greutăţi diferite sînt lăsate să cadă de la o anumită înălţime, cel mai greu va lovi primul solul. Era o argumentaţie de bun-simţ. În definitiv, oricine doreşte să facă un test poate face o „observaţie" şi să constate că dacă laşi să cadă simultan o frunză şi o piatră, piatra va ateriza prima. Încercaţi şi singuri în camera dumneavoastră, cu o foaie de hîrtie şi un prespapier. Totuşi, nu mulţi au fost grecii care au făcut un asemenea test. De ce să se mai complice cînd răspunsul era deja cunoscut? Şi, fiind ei nişte filozofi care credeau în puterea minţii umane de a rezolva prin raţionament astfel de probleme, fără a mai fi nevoie să recurgă la *„teste"*, au considerat că o asemenea îndeletnicire ar fi inacceptabilă din punct de vedere intelectual şi social.

Cîteva secole mai tîrziu, Galileo Galilei, un italian genial căruia îi plăcea să rezolve singur problemele care îl preocupau, a făcut totuşi nişte teste. Asemenea oamenilor de ştiinţă de azi, el nu s-a mulţumit să observe obiectele în cădere. Folosindu-se de două bile de greutăţi diferite, de un dispozitiv de măsurare a timpului şi de un plan înclinat, sau o rampă, el a lăsat bilele să se rostogolească pe rampă şi le-a *măsurat* cu atenţie mişcarea. Şi a făcut asta nu o dată, ci de mai multe ori, înclinînd planul la diferite unghiuri. Rezultatele obţinute de el, care şi astăzi continuă să agreseze bunul-simţ al multor oameni, demonstrează că, dacă neglijăm rezistenţa aerului, toate obiectele lăsate să cadă de la aceeaşi înălţime vor ajunge la sol în acelaşi timp. Într-un vid perfect (care nu putea fi creat pe vremea lui Galilei), toate obiectele ar cădea cu aceeaşi viteză! Puteţi efectua şi singuri un test aproximativ în acest sens (deşi nu este în nici un caz un experiment precis), mototolind o foaie de hîrtie şi dîndu-i drumul să cadă în acelaşi timp cu prespapierul.

Experimentele lui Galilei (pe care le-a consemnat meticulos, pas cu pas) şi concluziile pe care le-a tras pe baza acestor experimente demonstrează un alt atribut important al ştiinţei. Oricine doreşte poate dubla experimentul şi chiar verifica rezultatele ori, căutînd erori sau deficienţe ale experimentului, poate demonstra că acesta este eronat, parţial sau în întregime. Nimeni nu a demonstrat vreodată că Galilei s-a înşelat. Şi după mulţi ani, cînd a fost posibil să se creeze incinte vide (deşi experimentele sale au fost suficient de corecte ca să convingă pe toată lumea cu mult înainte), concluziile sale au trecut proba testelor.

Galilei a arătat nu doar că Aristotel s-a înşelat. El a demonstrat cum, prin observaţie, experiment şi cuantificare, Aristotel, dacă ar fi dorit, ar fi putut să-şi dovedească sieşi că s-a înşelat – şi în felul acesta să-şi schimbe opinia! Mai înainte de orice, metoda ştiinţifică este o modalitate de a te împiedica să te amăgeşti – sau să îngădui naturii (ori altora) să te amăgească.

Firește, ştiinţa înseamnă mai mult decît observaţie, experiment şi prezentarea rezultatelor. Nimeni nu mai poate citi azi un ziar sau o revistă fără să înţeleagă rapid că ştiinţa debordează de „teorii". „UN ASTRONOM DE LA OBSERVATORUL X A GĂSIT NOI DOVEZI CARE PUN SUB SEMNUL ÎNTREBĂRII TEORIA RELATIVITĂŢII A LUI EINSTEIN", spune o revistă. „SISTEMUL ŞCOLAR DIN STATUL Y CONDAMNĂ CĂRŢILE CARE ACCEPTĂ FĂRĂ NICI UN DUBIU TEORIA EVOLUŢIONISTĂ A LUI DARWIN", relatează un ziar. „REZULTATE NOI ŞI BIZARE ALE TEORIEI CUANTICE SPUN CĂ S-AR PUTEA CA NOI SĂ NU EXISTĂM!" strigă o altă publicaţie. Ce e cu chestia asta numită *teorie?*

Puțini oameni de știință mai pretind azi că folosesc „metoda științifică" complet „detașată" și obiectivă propusă de filozoful Francis Bacon și de alții în zorii revoluției științifice din secolul al XVII-lea. Această „metodă", în forma ei cea mai simplă, sugerează că, în încercarea de a răspunde întrebărilor puse de natură, cel care cercetează secretele naturii trebuie ca, în mod obiectiv și fără prejudecăți, să observe, să experimenteze și să adune datele despre fenomene. „Nu fac nici un fel de ipoteză", anunța Isaac Newton după ce a demonstrat legea universală a gravitației, atunci cînd s-a sugerat că el ar putea avea o idee măcar despre *ce este gravitația*. Istoricii au remarcat că, de fapt, Newton avea cîteva idei, sau „ipoteze", cu privire la posibila natură a gravitației, dar în general le-a ținut numai pentru sine. Din punctul de vedere al lui Newton, se făcuseră deja prea multe ipoteze și prea puțină atenție se acordase adunării atente a faptelor și cifrelor verificabile.

Cu toate acestea, astăzi știm că oamenii de știință nu respectă întotdeauna căile simple și limpezi trasate de „metoda științifică". Uneori, fie înainte, fie după desfășurarea experimentelor, un savant are o idee sau o „intuiție" (cu alte cuvinte, o ipoteză nu tocmai bine pusă la punct) care sugerează o nouă abordare sau o cale diferită de rezolvare a problemei. Atunci respectivul om de știință va face experimentele și va aduna date în încercarea de a demonstra sau de a contesta această ipoteză. Una dintre marile diferențe dintre ipoteza omului de știință și cea a omului obișnuit este aceea că pentru ca o ipoteză științifică să fie valabilă ea trebuie să fie „falsificabilă". Cu alte cuvinte, ea trebuie să înglobeze o anumită modalitate prin care să se poată dovedi că e adevărată – sau falsă, dacă este falsă.

Nu toți oamenii de știință fac ei înșiși experimentele. De exemplu, majoritatea teoreticienilor își expun argumentația cu ajutorul matematicii. Dar ipotezele, pentru a fi luate în serios de comunitatea științifică, trebuie să conțină întotdeauna semințele „falsificabilității" prin experiment și observație.

Dacă o ipoteză rezistă la experimente și furnizează informațiile necesare pentru a o face acceptabilă nu numai savantului care desfășoară experimentele sau face observațiile, ci și altora care efectuează independent alte experimente și observații, atunci cînd a fost consolidată de numeroase încercări și evaluări, această ipoteză deci poate fi adusă la cunoștința comunității științifice sau a lumii în general ca teorie.

Este important să reținem că pînă și o teorie poate fi supusă falsificării sau corecției. O bună teorie, de exemplu, va face „predicții" – evenimente pe care cei care o verifică le pot căuta pentru a-i testa valabilitatea. Pînă cînd teorii bine cunoscute, precum teoria relativității a lui Einstein sau teoria evoluționistă a lui Darwin, să ajungă în manuale, ele au supraviețuit unei game întregi de verificări pînă la limita la care au devenit instrumente de lucru productive pentru alți oameni de știință. Dar în știință nici o teorie nu poate fi acceptată ca fiind complet „demonstrată". Ea trebuie să rămînă mereu deschisă verificărilor și cercetărilor ulterioare, pe măsură ce apar noi fapte și observații. Tocmai această calitate a științei de a se auto-corecta o face să fie în același timp cea mai dificilă și cea mai productivă dintre tentativele omenirii de a înțelege modul cum funcționează natura. Acest tip de gîndire critică constituie elementul-cheie al activității științifice.

Versiunea caricaturală a omului de știință portretizat ca un individ rigid, cu ochelari, îmbrăcat în halat alb, sigur pe infailibilitatea sa, e cît se poate de departe de adevăr. Oamenii de știință, atît bărbații, cît și femeile, sînt oameni la fel ca și noi, și sînt de toate rasele, dimensiunile corporale și înfățișările, cu sau fără ochelari. Ca grup, întrucît metodologia lor se concentrează atît de mult pe descoperirea erorilor și pe gîndirea critică, ei sînt probabil mai conștienți decît noi, ceilalți, de cît de ușor este să te înșeli. Dar le place să aibă dreptate ori de cîte ori este posibil și le place să acționeze întru găsirea răspunsurilor corecte la întrebări. De obicei, acesta este motivul pentru care au devenit oameni de știință.

CRONOLOGIE

SECOLUL AL XVIII-LEA

1642	Neînţelegerile dintre Carol I şi Parlament conduc la război civil în Anglia.
1643	Ludovic al XIV-lea devine rege al Franţei.
1649	Carol I al Angliei este executat.
1654	Episcopul James Ussher (1581–1656) îşi publică argumentele bazate pe cronologia biblică, afirmînd că Pămîntul a fost creat de Dumnezeu pe 26 octombrie, 4004 î.Hr., la ora 9.00 dimineaţa.
1654	Ciuma neagră loveşte estul Europei.
1662	Ia fiinţă Societatea Regală din Anglia.
1666	Ia fiinţă Academia de Ştiinţe din Paris.
1676–1678	Edmund Halley realizează harta astronomică a emisferei sudice.
1687	Se publică *Principia mathematica* a lui Isaac Newton.
1689	Parlamentul britanic adoptă Declaraţia Drepturilor Omului.
1690	John Locke publică *Eseu asupra intelectului omenesc.*

1691	Thomas Burnet publică *Teoria sacră a Pămîntului*, o tentativă de a reconcilia credinţa sa în noua filozofie newtoniană a „cauzelor naturale" cu credinţa tradiţională biblică.
1695	Se publică lucrarea „Eseu pentru o istorie naturală a Pămîntului" de John Woodward. Acesta considera că fosilele sînt nişte resturi ale unor vietăţi, dar atribuie dispariţia lor potopului biblic.
1698	Navigînd la bordul corăbiei *Paramour Pink*, Edmund Halley începe prima expediţie oceanică dedicată exclusiv cercetării ştiinţifice.
1700	Cu o populaţie de circa 550 000 de locuitori, Londra este cel mai mare oraş din Europa.
1704	Se publică lucrarea lui Newton *Opticks*.
1705	Halley prezice întoarcerea, în 1758, a cometei care îi va purta în cele din urmă numele.
1709	Noi tehnici de producere a fierului, care vor putea fi folosite în fabricarea unor maşini mai bune, apar în Anglia, pregătind terenul pentru Revoluţia Industrială.
1718	Halley descoperă mişcarea proprie a stelelor.
1727	James Bradley explică aberaţia stelelor datorată mişcării Pămîntului.
1727	Stephen Hales îşi publică lucrarea despre plante şi aer, *Vegetable Staticks*.

1733	John Kay brevetează suveica mecanică, un mare pas înainte în industria textilă din Anglia.
1733–1737	Charles Dufay începe publicarea celor şase memorii despre electricitate.
1735	Se publică *Systema naturae* („Sistemul naturii") a lui Carolus Linnaeus, în care acesta îşi prezintă sistemul de clasificare a organismelor.
1736	Pierre de Maupertuis conduce expediţia în Laponia pentru a măsura lungimea unui grad; dovedeşte că Pământul este aplatizat la poli.
1737	Cutremurul de la Calcutta face 300 000 de victime omeneşti.
1738	Se publică *Hydrodynamica* lui Daniel Bernoulli, care explică relaţia dintre presiunea şi viteza fluidelor; efectul Bernoulli.
1738	Maupertuis publică rezultatele expediţiei, care confirmă teoria lui Newton cu privire la forma Pământului.
1738	Apare lucrarea lui Voltaire *Eléments de la philosophie de Newton.*
1739	Se înfiinţează Societatea Regală din Edinburgh (a primit autorizaţia de funcţionare în 1738); o societate ştiinţifică ia fiinţă şi la Stockholm, denumită ulterior Kungliga Svenska Vetenskaps-akademien.
1739–1740	David Hume, filozof scoţian, publică *A Treatise of Human Nature* („Tratat despre

natura umană"), în care încearcă să aplice metoda experimentală la psihologia umană.

1742 la ființă Academia Regală Daneză de Științe și Litere.

1742 Anders Celsius inventează scara de temperatură Celsius.

1743 Benjamin Franklin ajută la înființarea Societății Filozofice Americane la Philadelphia.

1743 Jean d'Alembert publică *Traité de dynamique* („Tratat de dinamică"), extinzînd legile de mișcare ale lui Newton.

1744 Maupertuis formulează principiul „acțiunii minime" în fizică.

1745 Buffon propune ipoteza că Pămîntul s-a format atunci cînd o cometă s-a ciocnit cu Soarele.

1746 Denis Diderot publică *Cugetări filozofice*, postulînd că prezența ordinii în natură demonstrează existența lui Dumnezeu.

1746 Leonhard Euler rezolvă problema refracției luminii din punct de vedere matematic.

1746 Este inventată butelia de Leyda, care înlesnește studiul electricității.

1746 William Watson publică *Experimente privind natura electricității*.

1747 Jean d'Alembert prezintă prima utilizare generală a ecuațiilor diferențiale parțiale în fizica matematică.

1748	Mihail Lomonosov formulează legile conservării masei şi energiei.
1748	Julien de La Mettrie publică *L'homme machine* („Omul maşină"), descriind oamenii ca pe nişte maşini lipsite de voinţă liberă.
1748	John Needham şi Buffon cred că au demonstrat generaţia spontană.
1749	Buffon formulează definiţia modernă a speciilor şi publică lucrarea *Théorie de la Terre* („Teoria Pământului"), în primul volum al *Istoriei naturale...*, o operă în 44 de volume a cărei publicare a durat 55 de ani şi care popularizează studiul naturii.
1749	Denis Diderot publică *Lettre sur les aveugles*, susţinînd ideile materialismului şi dependenţa omului de simţuri, precum şi teoria sa despre variabilitate şi adaptare.
1749	Emilie du Châtelet definitivează traducerea din latină în franceză a lucrării lui Newton *Principia*. Este publicată în 1759 cu o prefaţă de Voltaire şi exercită o mare influenţă.
1750	Thomas Wright publică *An Original Theory and New Hypothesis of the Universe* („O teorie originală şi o nouă ipoteză privind universul").
1750–1760	Începutul aproximativ al Revoluţiei Industriale în Anglia.
1751	Este publicat primul volum al lucrării *Encyclopédie*; ultimul volum a apărut în

1772, în total 17 volume de articole şi 11 de ilustraţii; 5 volume suplimentare au văzut lumina tiparului în anii 1776–1777.

1751 Benjamin Franklin publică *Experiments and Observations on Electricity* („Experienţe şi observaţii de electricitate").

1751 Carolus Linnaeus publică *Philosophia botanica* („Filozofie botanică").

1751 Pierre de Maupertuis publică *Système de la nature* („Sistemul naturii"), o speculaţie teoretică privind ereditatea şi originea speciilor datorată hazardului.

1752 Experimentul cu zmeul de hîrtie al lui Benjamin Franklin.

1752 Jean Guettard publică o carte de mici dimensiuni în care îşi explică ideile despre geologie şi straturile de roci.

1753 Carolus Linnaeus publică *Species plantarum* („Specii de plante").

1753 Actul de înfiinţare al British Museum.

1753 Immanuel Kant formulează idei privind evoluţia universului din nebuloase primordiale.

1754 Charles Bonnet publică *Recherches sur l'usage des feuilles des plantes* („Cercetări asupra folosirii frunzelor de plante"), despre valoarea nutritivă a plantelor; Etienne Bonnet publică *Traité des sensations* („Tratat despre senzaţii")

– cunoaşterea ajunge la noi, susţine el, numai prin intermediul simţurilor.

1755 Kant formulează teoria norului de praf care stă la originea Sistemului Solar şi sugerează că nebuloasele sînt sisteme stelare, precum Calea Lactee, în lucrarea sa *Allgemeine Naturgeschichte und Theorie des Himmels* („Istoria naturală generală şi teoria cerurilor").

1755 Un cutremur în nordul Persiei face 40 000 de victime, iar altul, la Lisabona, 60 000.

1756 Joseph Black publică *Experiments upon magnesia...* („Experienţe asupra magneziului"), prima descriere detaliată a acţiunii chimice şi prima lucrare de chimie cantitativă.

1756 Apare lucrarea lui Voltaire „Eseu despre obiceiurile şi moravurile naţiunilor".

1759 Caspar Friedrich Wolff publică *Theoria generationes* („Teoria generării"), care respinge teoria despre homunculus.

1760 Giovanni Morgagni fundamentează patologia ca ştiinţă.

1760–1770 James Cook cercetează coastele peninsulei Labrador şi ale insulei Newfoundland; primul navigator ştiinţific; trei expediţii ştiinţifice în Pacific: 1768–1771, 1772–1775 şi 1776–1779.

1761 Joseph Black descoperă căldura latentă.

1761 Se organizează prima observare a tranzitului lui Venus.

1761	Morgagni realizează prima lucrare importantă în anatomia patologică (cu privire la cauzele bolilor).
1762	James Bradley alcătuieşte noul catalog stelar cuprinzînd 60 000 de stele.
1762	Ecaterina a II-a cea Mare devine suverana Rusiei.
1764	Voltaire publică *Dictionnaire philosophique*, în care îşi exprimă opoziţia faţă de Marele Lanţ al Existenţei.
1764	Charles Bonnet elaborează teoria preformării.
cca 1766	Se înfiinţează Societatea Lunară în Anglia. Este un grup privat care atrage membri atît din domeniul ştiinţei, cît şi din industrie.
1766	Eclipsa solară observată de James Cook în timpul cercetării coastei Newfoundland.
1766	Cavendish prezintă lucrarea sa despre hidrogen la Societatea Regală (descoperirea hidrogenului).
1766	Joseph Priestley se întîlneşte cu Benjamin Franklin la Londra.
1767	Priestley publică *History of Electricity* („Istoria electricităţii").
1768-1771	Prima expediţie a lui James Cook în Pacific.
1769	James Watt inventează primul motor cu abur practic.
1769	Observarea mondială a celui de-al doilea tranzit al planetei Venus din acest secol.

1770	În America, soldaţii britanici trag asupra coloniştilor în ceea ce s-a numit „Masacrul de la Boston". Populaţia din coloniile americane a ajuns acum la 2,2 milioane.
1772–1775	A doua expediţie a lui Cook în Pacific.
1773	Karl Wilhelm Scheele descoperă oxigenul cu un an înaintea lui Priestley, dar opera sa este publicată abia în 1777.
1773	Boston Tea Party: într-un gest de rebeliune, coloniştii americani furioşi aruncă în apele Bostonului ceaiul britanic.
1774	Priestley descoperă oxigenul (de fapt Scheele l-a izolat primul, dar nu a publicat rezultatele).
1775	Începutul revoluţiei americane.
1776–1779	A treia şi ultima expediţie a lui Cook în Pacific.
1776	Se semnează Declaraţia de Independenţă a Americii; revoluţia continuă. Cel mai mare oraş din America, Philadelphia, are acum o populaţie de aproape 40 000 de locuitori.
1777	Scheele publică „Tratat chimic despre aer şi foc" (în care descrie cum a descoperit oxigenul).
1779	Lavoisier denumeşte oxigenul.
1781	Charles Messier alcătuieşte un catalog cu peste 100 de nebuloase.
1781	James Watt, care a învăţat multe lucruri despre căldură de la prietenul său chimistul Joseph Black, îşi perfecţionează

motorul cu aburi. Este un nou pas important al Revoluție Industriale.

1781 William Herschel descoperă planeta Uranus.

1782 John Goodricke anunță observarea unei „stele variabile", Algol.

1782 Oliver Evans lucrează la una din primele versiuni ale unei locomotive.

1783 Revoluția americană ia sfîrșit și Marea Britanie recunoaște independența Statelor Unite.

1783–1784 Henry Cavendish demonstrează că, prin ardere, hidrogenul produce apă, dovedind că apa este o combinație de două gaze, nu un element propriu-zis, așa cum susținuseră grecii.

1784–1789 Charles Augustin de Coulomb își scrie memoriile despre electricitate și magnetism.

1784 James Watt brevetează locomotiva la doi ani după ce Oliver Evans obținuse patentul pentru un dispozitiv similar.

1785 Cavendish găsește dovada existenței argonului (confirmată în secolul următor de către Ramsay).

1786 Lavoisier denumește hidrogenul (descoperit de Cavendish cu 20 de ani mai devreme).

1787 Abraham Werner, în principal profesor cu o mare influență, publică o cărticică de 28 de pagini în care își expune ideile.

1788 James Hutton își publică pentru prima oară teoria asupra Pământului în publicația *Transactions* a Societății Regale din Edinburgh.

1789 Antoine Lavoisier publică *Traité élémentaire de chimie.*

1789 Cetățenii francezi furioși atacă închisoarea pariziană Bastilia, marcînd astfel începutul Revoluției Franceze.

1791 Luigi Galvani publică *De viribus electricitatis in motu musculari commentarius.*

1793 În America, Eli Whitney inventează mașina de separat bumbac.

1793 Ludovic al XVI-lea este executat: începe în Franța Domnia Terorii, care durează vreme de doi ani sîngeroși.

1794 Lavoisier este executat.

1794 În Anglia, niște răzvrătiți care se temeau că violența Revoluției Franceze va afecta și țara lor îi atacă pe susținătorii revoluționarilor francezi, printre care și Joseph Priestley, un simpatizant fățiș al revoluției, care fuge în Statele Unite.

1795 O nouă constituție franceză înființează Directoratul.

1795 Hutton își publică teoria însoțită de noi materiale în două volume, *Theory of the Earth* („Teoria Pământului").

1795 Georges Cuvier este numit asistent al profesorului de anatomie comparată de la Muzeul de Istorie Naturală din Paris.

1796	Cuvier începe faimoasele sale prelegeri la Muzeul de Istorie Naturală din Paris.
1796	Pierre Simon Laplace propune ipotcza nebuloaselor.
1796	Medicul englez Edward Jenner foloseşte pentru prima oară vaccinul împotriva variolei.
1798	Benjamin Thompson (contele Rumford) publică lucrarea *Experimental Inquiry Concerning the Source of Heat Excited by Friction* („Cercetare experimentală cu privire la sursa căldurii stimulată prin frecare").
1798	Jenner publică *An Inquiry into the Causes and Effects of the Variolae Vaccinae...* („O cercetare a cauzelor şi efectelor vaccinului variolic").
1799	Alessandro Volta trimite celebra sa scrisoare preşedintelui Societăţii Regale, Joseph Banks, intitulată „Despre electricitatea excitată prin simplul contact al unor substanţe conductive de naturi diferite".
1798	Eli Whitney construieşte o fabrică în New Haven, Connecticut, pentru producţia în serie a armelor de foc.
1799	Napoleon Bonaparte preia puterea în Franţa.
1800	Cuvier publică *Leçons d'anatomie comparée* („Lecţii de anatomie comparată")
1800	Herschel construieşte telescopul cu reflexie avînd o lungime de 12 metri

GLOSAR

aer deflogisticat Oxigen (termen folosit de Joseph Priestley în secolul al XVIII-lea)

aer fix Termen folosit în secolul al XVIII-lea pentru dioxidul de carbon

atom Leucip (Grecia, secolul VIII î.Hr.) a spus că atomii sînt cele mai mici unităţi indivizibile ale materiei, diferind doar din punctul de vedere al formei şi al dimensiunilor. Ideile de astăzi despre atom îşi au originea în modelele concepute de Ernest Rutherford şi Niels Bohr

caloric Termen utilizat în secolul al XVIII-lea pentru a descrie căldura ca fluid, utilizat de Lavoisier şi alţii

calx Oxid (termen din secolul al XVIII-lea)

chimie Astăzi, studiul ştiinţific al compoziţiei, structurii, proprietăţilor şi reacţiilor materiei, îndeosebi la nivelul sistemelor atomice şi moleculare. În secolul al XVIII-lea, studiul amestecurilor de substanţe şi rezultatele modificărilor de temperatură ale substanţelor (comparaţi cu *fizica*)

element Definit în 1787 de Antoine Lavoisier ca o substanţă „simplă" din punct de vedere chimic; cu alte cuvinte, una care nu mai poate fi descompusă

epigeneză Serie de faze distincte prin care trece embrionul

fizică Studiul ştiinţific al materiei şi energiei şi al interacţiunilor dintre acestea (comparaţi cu *chimia*)

flogistic Potrivit convingerilor din secolul al XVIII-lea, una dintre cele trei varietăți de „pămînt", un material combustibil care dispare la arderea unei substanțe

galaxie O grupare mare de stele, praf cosmic și gaz, unite prin intermediul gravitației într-un sistem astronomic

geologia uniformitaristă Școala de gîndire care susținea că formele geologice sînt consecința acțiunii unor forțe naturale care operează constant și lent de-a lungul unor perioade lungi de timp

geologie catastrofistă Școala de gîndire care susținea că formele geologice ale Pămîntului sînt consecința unor evenimente catastrofale, cum ar fi potopuri, cutremure și erupții vulcanice

gravitație Forța naturală care face obiectele ce posedă masă să se atragă reciproc

ipoteza nebuloasei O teorie timpurie cu privire la originea Sistemului Solar (Kant, Laplace) care sugera că acesta s-ar fi format dintr-un nor de material care a suferit un colaps sub efectul gravitației

nebuloasă Un mare nor de gaz și praf interstelar. Termenul a fost folosit inițial pentru orice obiect de pe bolta cerească care apare difuz văzut prin telescop

neptunism Teorie geologică ce susține că toate rocile au rezultat în urma unor depuneri de apă și sedimente (comparați cu *plutonismul*)

paralaxă O schimbare aparentă de poziție a unui obiect văzut din două locuri diferite, de exemplu, de pe Pămînt din două puncte opuse ale orbitei sale (obținută prin observarea obiectelor la intervale de șase luni). Cu cît este mai mare schimbarea de poziție aparentă, sau paralaxa anuală, cu atît mai apropiată este steaua

periodic Care se produce la intervale regulate, caracterizat de perioade sau cicluri repetate

plutonism Teoria, larg răspîndită în secolul al XVIII-lea, conform căreia originea şi natura tuturor rocilor (şi prin urmare a scoarţei terestre) este explicabilă prin efectul căldurii (comparaţi cu *neptunismul*)

teleologie Folosirea unui scop predeterminat pentru explicarea universului; ideea că evenimentele viitoare controlează prezentul, cu alte cuvinte, că „A este aşa pentru ca B să poată fi aşa", că „natura sau procesele naturale sînt orientate către un scop sau sînt modelate de un anumit ţel"

triangulaţie Un sistem utilizat pentru măsurarea distanţei prin folosirea relaţiilor cunoscute dintre unghiuri şi distanţe în triunghiuri

unitate astronomică Distanţa de la Pămînt la Soare (150 milioane de kilometri), utilizată adeseori ca unitate de măsură în astronomie (abreviere: UA)

BIBLIOGRAFIE SUPLIMENTARĂ

DESPRE ŞTIINŢĂ:

Cole, K. C. *Sympathetic Vibrations: Reflections on Physics, as a Way of Life.* New York: William Morrow, 1985. O viziune foarte interesantă, bine redată şi într-un stil alert, asupra fizicii, prezentată într-o manieră bine gîndită şi profundă de către o autoare care îşi îndrăgeşte subiectul. Se pune accentul îndeosebi pe fizica modernă, autoarea concentrîndu-se mai mult asupra ideilor, decît asupra istoriei.

Ferris, Timothy, ed. *The World Treasury of Physics, Astronomy and Mathematics.* New York: Little, Brown, 1991. O antologie a celor mai moderne subiecte ale fizicii moderne care include şi unele articole generale despre filozofia ştiinţei şi cîteva poezii încîntătoare despre fizică. Pe alocuri dificilă, merită totuşi să fie răsfoită.

Fisher, David E. *The Creation of the Universe.* Indianapolis: Bobbs-Merril, 1977. O prezentare entuziastă, uşor de parcurs, adresată tinerilor cititori.

Fleisher, Paul. *Secrets of the Universe: Discovering the Universal Laws.* New York: Atheneum, 1987. O viziune bine înfăţişată şi captivantă asupra fizicii adresată tînărului cititor, dar plăcută şi plină de informaţie pentru oricine este interesat de ştiinţă. Include excelente discuţii asupra activităţii lui Galileo, Newton şi a altora, precum şi legi generale ale fizicii.

Gonick, Larry, şi Art Huffman. *The Cartoon Guide to Physics.* New York: Harper Perennial, 1991. Amuzantă, dar uneori abordarea expeditiv-glumeaţă trece parcă prea repede pe lîngă subiecte importante.

Hann, Judith. *How Science Works.* Pleasantville, N.Y.: Reader's Digest, 1991. O carte despre fizică frumos ilustrată în culorile cele mai vii, pentru tinerii cititori. Explicaţii scurte, dar bine formulate ale legilor fundamentale şi scurte note istorice însoţesc numeroase experimente uşoare pe care cititorii le pot efectua singuri.

Hazen, Robert M., and James Trefil. *Science Matters: Achieving Scientific Literacy.* New York: Doubleday, 1991. O privire generală clară şi uşor de asimilat asupra principiilor de bază ale ştiinţei şi asupra modului cum se aplică ele ştiinţei din zilele noastre.

Holzinger, Philip R. *House of Science.* New York: John Wiley & Sons, 1990. Discuţii alerte sub formă de întrebări şi răspunsuri pentru tinerii adulţi. Cuprinde activităţi şi experimente.

Morrison, Philip, and Phylis Morrison. *The Ring of Truth: An Inquiry into How We Know What We Know.* New York: Random House, 1987. Cartea însoţeşte serialul de televiziune. Explicaţii minunate şi cu o puternică notă personală legate de ştiinţă şi procesul ştiinţific. Uşor de citit şi captivantă.

Rensberger, Boyce. *How the World Works: A Guide To Science's Greatest Discoveries.* New York: William Morrow, 1986. Explicaţii lucide şi accesibile privind conceptele ştiinţifice principale, termeni explicaţi în ordine alfabetică şi excelente discuţii despre metoda ştiinţifică şi mecanismele ştiinţei.

Trefil, James. *1001 Things Everyone Should Know about Science.* New York: Doubleday, 1992. Exact ceea ce spune şi titlul („1001 de lucruri pe care toţi ar trebui să le ştie despre ştiinţă"), şi bine scrisă.

Walker, Jearl. *The Flying Circus of Physics with Answers.* New York: John Wiley & Sons, 1977. De-acum o colecţie clasică de probleme şi întrebări despre fizica din viaţa de zi cu zi. Puţină istorie dar multă distracţie.

DESPRE ISTORIA ŞTIINŢEI:

Asimov, Isaac. *Asimov's Chronology of Science and Discovery.* New York: Harper and Row, 1989. O viziune cronologică asupra ştiinţei, an cu an. Scrisă cu verva obişnuită a lui Asimov. Bună pentru verificarea unor termeni şi pentru răsfoit.

Boorstin, Daniel J. *The Discoverers.* New York: Random House, 1983. Cele peste 700 de pagini ale cărţii ar putea să intimideze, dar este o lucrare minunat de vioaie, de bine scrisă şi de pasionantă despre istoria căutării de către omenire a cunoaşterii de sine şi a naturii. Adresată publicului larg.

Brooke, John Hedley. *Science and Religion: Some Historical Perspectives.* Cambridge: Cambridge University Press, 1991. Această carte destinată cititorului de nivel superior este pe alocuri dificilă, dar oferă o viziune bine reprezentată şi plină de informaţii asupra relaţiei dintre ştiinţă şi religie de-a lungul întregii istorii.

Gillespie, Charles C. *The Edge of Objectivity.* Princeton: Princeton University Press, 1960. O provocatoare privire de ansamblu asupra ştiinţei, istoriei şi filozofiei ştiinţei.

Hays, H. R. *Birds, Beasts, and Men: A Humanist History of Zoology.* New York: G. P. Putnam's Sons, 1972. O naraţiune accesibilă şi bine organizată, dar este o carte mai veche şi ceva mai greu de găsit.

Hellemans, Alexander, and Bryan Bunch. *The Timetables of Science.* New York: Simon and Schuster, 1988. O

cronologie anuală a ştiinţei, uşor de citit. Bună pentru verificarea faptelor şi a termenilor sau numai pentru răsfoit. Iar „sintezele" sînt bine alcătuite şi adaugă context istoric.

Magner, Lois N. *A History of the Life Sciences.* New York: Marcell Dekker, 1979. O analiză bună şi uşor de citit, deşi pe alocuri pierde întrucîtva din cauza unei organizări stîngace.

Mason, Stephen F. *A History of the Sciences,* revised edition. New York: Collier Books, 1962. Iniţial publicată în 1956, această carte este mai veche decît istoria lui Ronan (mai jos) dar este una dintre lucrările standard de istoria ştiinţei.

Motz, Lloyd şi Jefferson Hane Weaver. *The Story of Physics.* New York: Collier Books, 1962. Publicată pentru prima oară în 1956, este mai veche decît cea a lui Ronan, dar este un standard solid de istorie a ştiinţei.

Ronan, Colin. *The Atlas of Scientific Discovery.* New York: Crescent Books, 1983. O carte de mici dimensiuni, dar în acelaşi timp o analiză bine concepută şi excelent scrisă, completată cu ilustraţii.

Ronan, Colin A. *Science: Its History and Development Among the World's Cultures.* New York: Facts On File, 1982. O sinteză cuprinzătoare asupra istoriei ştiinţei din antichitate pînă în prezent.

Sambursky, *S. The Physical World of the Greeks.* Princeton: Princeton University Press, 1956. Retipărită în tiraj de masă, 1987. Pentru cititorii care doresc să pătrundă mai în detaliu în fizica clasică a marilor filozofi greci. Pe alocuri dificilă pentru cititorii tineri şi publicul larg.

Thiel Rudolf. And There Was Light: *The Discovery of the Universe.* New York: Alfred A. Knopf, 1957. Cam greu de găsit dar este o interesantă istorie narativă a astronomiei.

Adams, A. B. *Eternal Quest.* New York: G.P. Putnam's Sons, 1969. Scrisă într-un stil plăcut, conversaţional, conţine portrete ale unor oameni de ştiinţă precum Linnaeus, Buffon şi alţii, incluzînd contextul biografic şi istoric.

Asimov, Isaac. *Eyes on the Universe.* Boston: Houghton Mifflin Company, 1975. Un bun punct de plecare pentru cititorii care doresc să afle mai multe despre istoria timpurie şi dezvoltarea instrumentelor telescopice.

* * * *The Search for the Elements.* New York: Basic Books, 1962. O relatare concisă a strădaniilor de a defini ce este un element, de a descoperi elementele din natură şi de a le organiza într-o manieră logică.

Bowler, Peter J. *Evolution: The History of an Idea,* ediţie revăzută. Berkeley, California: University of California Press, 1989. O excelentă privire asupra istoriei teoriilor evoluţioniste. Include multe dintre subiectele tratate în această carte. Profundă şi plină de informaţii.

Bronowski, J. şi Bruce Mazlish. *Western Intellectual Tradition.* New York: Harper and Row Publishers, 1960. O fascinantă şi profundă analiză a dezvoltării gîndirii moderne în ştiinţă şi filozofie.

Butterfield, Herbert. *The Origins of Modern Science.* New York: Macmillan Company, 1958. Include, alături de multe alte informaţii preţioase, o interesantă discuţie despre problemele chimiei care explică dezvoltarea ei lentă ca ştiinţă.

Ferris, Timothy. *Coming of Age in the Milky Way.* New York: William Morrow and Company, 1988. O istorie uşor de citit şi plăcut scrisă a astronomiei în practică şi teorie.

Gould, Stephen Jay. *The Flamingo's Smile.* New York: W.W. Norton and Company, 1985. Oferind ca întotdeauna o lectură plăcută, Gould a inclus aici capitole despre Marele Lanţ al Existenţei şi ideile şi opera lui Maupertuis,

împreună cu alte eseuri despre istoria naturală şi teoria evoluţionistă.

* * * *Hen's Teeth and Horse's Toes.* New York: W.W. Norton and Co., 1983. Are un capitol reuşit despre Hutton şi ideile sale. De asemenea capitole despre Cuvier şi începuturile geografiei.

* * * *Ever Since Darwin: Reflection in Natural History.* New York: W.W. Norton and Company, 1977. Include o discuţie lămuritoare despre primele idei legate de preformare.

Hays, H.R. *Birds, Beasts and Men.* New York: G.P. Putnam's Sons, 1972. O relatare uşor de citit şi bine organizată, subintitulată „A Humanist History of Zoology", dar este mai veche şi s-ar putea să fie greu de găsit.

Mayr, Ernst. *The Growth of Biological Thought: Diversity, Evolution, and Inheritance.* Cambridge, Massachusetts.: Harvard University Press, 1982. Impresionantă, chiar dacă pe alocuri greoaie, privire asupra istoriei teoriei evoluţioniste scrisă de unul din experţii mondiali ai problemei.

Milner, Richard. *The Encyclopedia of Evolution: Humanity's Search for Its Origins.* New York: Facts On File, 1990. Captivantă pentru cei ce caută informaţii sau vor să o răsfoiască, este una dintre puţinele cărţi de acest gen care este în acelaşi timp o lectură utilă, antrenantă şi informativă.

Partington, J.R. *A Short History of Chemistry.* New York: Dover Publications, Inc., 1989. Publicată în 1937 şi revăzută în 1957. Rămîne una dintre cele mai bune istorii concise.

Richardson, Robert S. *The Star Lovers.* New York: Macmillan Company, 1967. Deşi pe alocuri cam tehnicistă, merită citită pentru integrarea ştiinţei cu relatarea propriu-zisă a vieţilor şi gîndurilor multora dintre cei mai mari astronomi ai lumii.

Roberts, Gail. *The Atlas of Discovery.* New York: Gallery Books, 1989. Cu o prefață de Sir Francis Chichester. Hărți amănunțit colorate descriu aventurile celor mai mari exploratori ai lumii pe uscat și pe mare. Un text antrenant completează hărțile în această carte bine editată.

von Baeyer, Hans. *Rainbows, Snowflakes and Quarks: Physics and the World Around Us.* New York: McGraw-Hill Book Company, 1984. O colecție de eseuri ușor de citit și scrise într-un stil alert. Conține o foarte bună prezentare scurtă a lui Rumford și a operei sale.

DESPRE OAMENII DE ȘTIINȚĂ:

Abbott, David, ed. *The Biographical Dictionary of Scientists: Astronomers.* New York: Peter Bedrick Books, 1984. Scurte definiții aranjate în ordine alfabetică, incluzînd un glosar extins și diagrame. Un stil arid și cam greoi, dar o sursă de infpormație valoroasă.

* * * *The Biographical Dictionary of Scientists: Physicists.* New York: Peter Bedrick Books, 1984. La fel ca și dicționarul lui Abbott despre astronomi, o lucrare de referință demnă de încredere, deși pe alocuri greu digerabilă.

Asimov, Isaac. *Asimov's Biographical Encyclopedia of Science and Technology,* second revised edition. Garden City, N.Y.: Doubleday, 1982. Sistemul de ordonare neobișnuit cronologic și nealfabetic e mai greu de folosit la început, dar abordarea alertă a lui Asimov fac din ea o lectură fascinantă și o culegere de informații esențiale.

Crowther, J.G. *Scientists of the Industrial Revolution.* London: The Cresser Press, 1962. O relatare foarte antrenantă a vieții și operei lui Joseph Black, James Watt,

Joseph Priestley şi Henry Cavendish şi a unora dintre contemporanii acestora.

Meadows, Jack. *The Great Scientists*. Oxford: Oxford University Press, 1987. Uşor de citit, bine prezentată şi frumos ilustrată.

Cuprins

PROLOG – PREMISELE: SISTEMUL COPERNICIAN ŞI REVOLUŢIA ŞTIINŢIFICĂ 5
INTRODUCERE – SECOLUL AL XVIII-LEA: O EPOCĂ A RAŢIUNII ŞI A REVOLUŢIEI 11
PARTEA I – ŞTIINŢELE FIZICE ÎN SECOLUL AL XVIII-LEA 27
1. Explorarea noului sistem solar: forma Pământului şi distanţa faţă de Soare 29
2. Observarea spaţiului cosmic îndepărtat: stele, galaxii şi nebuloase 46
3. Redescoperirea Pământului: roci, ere şi naşterea unei noi geologii 73
4. Ce se întîmplă cînd lucrurile ard? Moartea flogisticului şi naşterea chimiei 93
5. Explorînd caracteristicile căldurii şi misterele electricităţii 119
PARTEA A II-A – ŞTIINŢELE VIEŢII ÎN SECOLUL AL XVIII-LEA 143
6. Linnaeus: marele organizator 145
7. Buffon şi diversitatea naturii 159

8. Maşina animală: fiziologia,
reproducerea şi embriologia 171
9. Precursorii teoriei evoluţioniste moderne:
Lamarck şi Cuvier 195
EPILOG 215
ANEXA: METODA ŞTIINŢIFICĂ 217
CRONOLOGIE 224
GLOSAR 236
BIBLIOGRAFIE SUPLIMENTARĂ 239